UNIVERSITATEA DE STAT DIN MOLDOVA

FACULTATEA DE FIZICĂ ȘI INGINERIE

Laboratorul de cercetări științifice „Fizica Mediului și Modelarea Sistemelor Complexe”

Veaceslav SPRINCEAN Florentin PALADI Alexei LEU
Marian JALENCU Marianna SAVVA Victor CIOBU

GHID DE UTILIZARE A PLATFORMEI

Ghidul este realizat 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”, cifrul 22.80015.7007.262T

Chișinău, 2023

CZU 614.8:004.78(036)

G 49

Lucrarea a fost aprobată și recomandată spre editare în cadrul ședinței Departamentului Fizica Aplicată și Informatică (proces verbal nr.2 din 13 septembrie 2023), ședinței Comisiei de Asigurare a Calității a Facultății de Fizică și Inginerie (proces verbal nr.3 din 31 octombrie 2023), ședinței Consiliul Facultății de Fizică și Inginerie (proces verbal nr.3 din 01 noiembrie 2023) și ședinței Consiliului Calității al Universității de Stat din Moldova (proces verbal nr.2 din 23 noiembrie 2023)

Referenți:

Veaceslav URSACHI, dr. hab., m. c., Academia de Științe a Moldovei

Ala COTELNIC, dr. hab., prof. univ., Academia de Studii Economice a Moldovei

Descrierea CIP a Camerei Naţionale a Cărţii

Ghid de utilizare a platformei eALERT / Veaceslav Sprincean, Marian Jalencu, Florentin Paladi [et al.] ; Universitatea de Stat din Moldova, Facultatea de Fizică şi Inginerie, Laboratorul de cercetări științifice "Fizica Mediului și Modelarea Sistemelor Complexe". – Chişinău: [Editura USM], 2023. – 96 p.: fig., tab.
Referinţe bibliogr. în subsol. – 100 ex.

ISBN 978-9975-62-662-0.

614.8:004.78(036)
G 49

Editura USM

CUPRINS

CUPRINS....3
Cuvânt înainte....6
MODULUL GENERAL....7
1 IMPACTUL POLUĂRII AERULUI ASUPRA SĂNĂTĂȚII POPULAȚIEI ȘI MEDIULUI ÎNCONJURĂTOR (F.Paladi, V.Sprincean)....7
1.1 Bazele metodologice și funcționale ale platformei *eALERT* pentru monitorizarea mediului în regim de timp real și avertizarea instantanee a populației....7
1.2 Procedeu pentru colectarea și analiza particulelor solide de poluanți din aer....14
1.3 Exemplu de realizare practică a procedeului de colectare a particulelor solide de poluanți din aer 17
1.4 Poluarea atmosferică....22
1.5 Accesul populației la informația de mediu și monitoringul calității factorilor de mediu....24
1.6 Convenții de mediu....30
2 CAUZE ȘI CONSECINȚE ALE POLUĂRII ATMOSFERICE (V.Sprincean, F.Paladi, M.Savva)....33
2.1 Efectele poluării atmosferice asupra organismelor vii....33
2.2 Poluarea cu monoxid de carbon....34
2.3 Poluarea cu dioxid de carbon – efectul de seră....35
2.4 Poluarea cu oxizi de azot....36
2.5 Poluarea cu dioxid de sulf....37
2.6 Freonii – gaura de ozon....38

2.7 Poluarea cu particule solide 39
2.8 Poluarea cu metale 40
2.9 Cei mai răspândiți poluanți 41
2.10 Efectele schimbărilor climatice 42
MODULUL ECONOMICO-MANAGERIAL 44
3 ARGUMENTAREA ECONOMICĂ ȘI MANAGERIALĂ A EFICIENȚEI REALIZĂRII PROIECTULUI DE INOVARE ȘI TRANSFER TEHNOLOGIC *eALERT* (M.Jalencu) 44
3.1 Activitatea de inovare și transfer tehnologic 44
3.2 Proiecte de inovare și transfer tehnologic 54
3.3 Impactul socio-economic potențial al proiectului *eALERT* corelat cu rezultatele scontate și rentabilitatea 60
3.3.1 Efectul economic obținut în urma implementării proiectului *eALERT* 60
3.3.2 Potențialul de competitivitate a produselor, tehnologiilor și serviciilor care vor fi lansate pe piață în urma implementării proiectului *eALERT*, în comparație cu cele existente pe piață ... 61
3.3.3 Volumul estimativ al producției și al serviciilor bazat pe inovație care va fi comercializat pe piața internă și pe cea externă 62
3.3.4 Existența destinatarilor și a solicitanților produsului, tehnologiei, serviciului, confirmată prin comunicările lor 62
3.3.5 Termenul de recuperare a investițiilor necesare pentru implementarea proiectului *eALERT* și rentabilitatea 63
3.3.6 Descrierea dimensiunii pieței și planului de marketing (analiza concurenților, furnizorilor și clienților, politica de preț pentru produs/serviciu) 65
3.3.7 Continuitatea activităților de implementare a proiectului *eALERT* pe plan național, internațional, inclusiv export 66
3.3.8 Riscurile și modul lor de gestionare 68

3.3.9 Rezultatele scontate de a fi obținute după implementarea proiectului *eALERT* 68
MODULUL TEHNOLOGIC 71
4 ECHIPAMENTE DE MONITORIZARE A CALITĂȚII AERULUI ȘI PLATFORMA *eALERT* (V.Sprincean, A.Leu, F.Paladi, V.Ciobu) 71
4.1 Waspmote Plug & Sense! - Linie încapsulată 71
4.2 Modulul de baterie externă 71
4.3 Programarea nodurilor 72
4.4 Receptor GPS 73
4.5 Senzor de praf pentru monitorizarea particulelor fine în suspensie (PM_1 / $PM_{2,5}$ / PM_{10}) .. 74
4.6 Senzor de gaz de oxid de azot (NO) pentru concentrații scăzute 76
4.7 Senzor de gaz de înaltă precizie pentru dioxidul de azot (NO_2) 77
4.8 Senzor de gaz de ozon (O_3) 79
4.9 Senzor de temperatură, umiditate și presiune 80
4.10 Panoul solar extern 7V - 500mA 82
4.11 Senzor de gaz de monoxid de carbon (CO) pentru concentrații scăzute 82
4.12 Senzor de gaz de înaltă precizie pentru dioxid de sulf (SO_2) 84
4.13 Conectare USB 85
4.14 Accesul la platforma *eALERT* 87
4.15 Componența echipei proiectului de inovare și transfer tehnologic *eALERT* 93

Cuvânt înainte

Dragi utilizatori,

reprezintă prima platformă în municipiul Chișinău pentru monitorizarea în timp real și avertizarea instantanee a populației în cazul unor hazarduri naturale și antropice periculoase. Acest sistem informațional derivă dintr-un proiect de cercetare aplicativ realizat la Facultatea de Fizică și Inginerie, care studiază emisiile de poluanți din atmosferă din diverse surse în Republica Moldova, dinamica și impactul acestora.

Ghidul este destinat 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 mecatronică (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 informaţionale de măsurări.

Elaborarea și publicarea ,,Ghidului de utilizare a platformei eALERT" a fost posibilă cu aportul echipei 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, proiect finanțat de Agenția Națională pentru Cercetare și Dezvoltare și Compania PRIDE SYSTEM SRL.

MODULUL GENERAL

1 IMPACTUL POLUĂRII AERULUI ASUPRA SĂNĂTĂȚII POPULAȚIEI ȘI MEDIULUI ÎNCONJURĂTOR (F.Paladi, V.Sprincean)

1.1 Bazele metodologice și funcționale ale platformei *eALERT* pentru monitorizarea mediului în regim de timp real și avertizarea instantanee a populației

Etimologia denumirii platformei *eALERT* este: *e – environment* (în limba engleză – *mediu*), *ALERT – alert* (în limba engleză – a alerta, a avertiza). *eALERT* reprezintă, în primul rând, o rețea de locații, unde sunt instalate seturi formate din senzori de monitorizare complexă a mediului ambiant în timp real. Această elaborare inovativă se referă la domeniul de mediu si schimbări climatice, fiind orientată spre soluționarea cu instrumente tehnice și tehnologice avansate a problemelor care țin de impactul factorilor biotici și abiotici asupra mediului și societății, monitorizarea și prognozarea hazardurilor naturale periculoase, reducerea impactului substanțelor chimice toxice asupra mediului și a sănătății populației, precum și reducerea poluării componentelor de mediu ca rezultat al activității antropogene.

Platforma *eALERT* a fost realizată în cadrul 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. Astfel, pe parcursul anului 2022 au fost desfășurate activități de inovare și transfer tehnologic cu rezultate tangibile și livrabile concrete obținute la fiecare din cele 3 etape de realizare a acestui proiect:

I. *Crearea rețelei de senzori.* Pentru monitorizare complexă a mediului în timp real, care presupune procurarea, instalarea și calibrarea metrologică a 4 seturi formate din 33 senzori fiecare, sunt echipate locațiile de monitorizare Centru, Telecentru, Botanica, Râșcani și Buiucani. De

asemenea, datele obținute de la rețeaua de senzori sunt completate de către echipa de proiect, în caz de necesitate, de fotogrametria cu drona a terenului, pentru confirmarea vizuală a surselor de poluanți, cum ar fi depozitele de deșeuri, rezervoarele de stocare, conductele de gaz etc., iar analiza chimică și metodele fizice moderne de analiză experimentală la impurități pentru probele prelevate din atmosferă contribuie la determinarea surselor de poluanți.

II. *Proiectarea și dezvoltarea infrastructurii de comunicare, stocare și procesare a datelor de monitorizare a mediului.* Datele de monitorizare sunt transmise de la senzori în regim de timp real printr-o rețea dedicată de tip LoRaWAN, pentru a fi stocate și procesate pe un server dedicat platformei *eALERT*. Serverul este localizat la USM, în Laboratorul de cercetări științifice „Fizica mediului și modelarea sistemelor complexe" din locația de monitorizare Centru. Sistemul online securizat permite accesarea de la distanță și chiar controlul procesului de monitorizare, precum și stocarea și procesarea unui flux extrem de mare de date colectate. Infrastructura de comunicare conține și o aplicație de expediere a mesajelor SMS la o listă de abonați, precum și o interfață de acces la date pentru utilizatorii din exteriorul rețelei.

III. *Implementarea serviciului și instruirea beneficiarilor*. Pentru utilizarea cu succes a platformei *eALERT* de către Direcția generală asistență socială și sănătate a Primăriei Chișinău, Inspectoratul General pentru Situații de Urgență al Ministerului Afacerilor Interne și Serviciul Hidrometeorologic de Stat din Republica Moldova, este organizat seminarul de instruire privind utilizarea platformei *eALERT* pentru personalul acestor entități. Seminarul conține 2 module de bază: modulul general dedicat impactului poluării aerului și modulul tehnologic privind arhitectura funcțională, software și hardware a platformei *eALERT*. Accesul la platforma *eALERT* prevede posibilitatea vizualizării atât a datelor curente de monitorizare, cât și a datelor istorice pentru toți senzorii, inclusiv coordonatele lor GPS, altitudinea, temperatura și umiditatea.

Totodată, serviciul *eALERT* este lansat pe piață contra plată pentru persoane juridice și fizice. Persoanele juridice și fizice abonate pot primi mesaje SMS, avertizări sau alte informații solicitate în regim de timp real în cazul hazardurilor naturale și antropogene periculoase. Beneficiarii pot, de asemenea, comanda pe platforma *eALERT* când să fie informați despre valorile concentrației poluanților din atmosferă, să selecteze intervalul de expediere a acestor mesaje, precum și locația concretă.

Scopul principal al implementării sistemului informațional *eALERT* reprezintă reducerea impactului substanțelor chimice toxice asupra mediului și a sănătății populației prin monitorizarea în regim de timp real și avertizarea instantanee a populației. Obiectivele se referă la crearea sistemului complex de monitorizare exactă în Chișinău a factorilor de mediu în regim de timp real prin tehnologii TIC moderne și orice tip de senzori, cu stocare, prelucrare și analiză a masivelor mari de date, precum și avertizare instantanee în cazul hazardurilor naturale și antropogene periculoase. Mai mult ca atât, se poate realiza studiul complementar al impurităților din atmosferă prin măsurări ale transparenței atmosferei, variației refractanței, reflexiei radiației solare și fotoluminescenței, cartografierea calității aerului prin determinarea dimensiunii și naturii microparticulelor din atmosferă, determinarea locației surselor de poluare a mediului, a compoziției și concentrației gazelor emise în atmosferă, a timpului și periodicității acestor emisii etc.

Astfel, 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.

Serviciului Hidrometeorologic de Stat din Republica Moldova oferă în prezent informații online privind avertizările meteorologice, hidrologice și de calitate a mediului, i.e. „AVERTIZĂRI CALITĂȚII MEDIULUI”, http://www.meteo.md/index.php/maps/chisinau, https://www.meteo.md/

index.php/ro/maps/moldova. Astfel, în prezent există doar 6 locații în mun. Chișinău și 2 locații în mun. Bălți, unde se măsoară nivelul de poluare a aerului, fără, însă, a fi indicată vreo valoare concretă pentru lista de poluanți prezentată pe „Harta interactivă și observații" de pe acest site: suspensii solide (fără, însă, a specifica tipul acestora: $PM_{2.5}$ sau PM_{10}), dioxid de sulf, sulfat solubil, monoxid de carbon, dioxid de azot, monoxid de azot, fenol și aldehidă formică. Prin urmare, unica sursă disponibilă de informare, la moment, în Republica Moldova este accesarea site-ului Serviciului Hidrometeorologic de Stat din Republica Moldova, însă informația cantitativă despre nivelul poluanților lipsește. Pe de altă parte, procedura de codificare a atenționărilor emise (coduri de avertizare verde, galben, portocaliu sau roșu) pentru avertizările meteorologice, hidrologice și de calitate a mediului nu reflectă situația concretă în regim de timp real, dar se prezintă în linii generale fenomenul, intensitatea, efectele posibile, zonele care pot fi afectate, momentul probabil al începerii acestuia și durata estimată, cu indicarea probabilității de producere a fenomenelor periculoase. Nu cunoaștem despre existența în Republica Moldova a vreo unui serviciu de alertă în regim de timp real cu un mesaj concret de avertizare, cu excepția acelei sirene zgomotoase „din secolul trecut", la care populația deja nu mai reacționează (în prezent majoritatea fiind nefuncționale), iar cauzele declanșării acestor semnale sonore (poate) o aflăm seara la buletinele de știri. Prin urmare, crearea și implementarea platformei *eALERT* pentru monitorizarea mediului în regim de timp real și avertizarea instantanee a populației în cazul hazardurilor naturale și antropogene periculoase nu doar că soluționează problemele existente enunțate mai sus, dar și modernizează întregul sistem național pentru situații de urgență.

Au fost obținute mai multe rezultate științifice și experiența practică în domeniu în cadrul Laboratorului de cercetări științifice „Fizica mediului și modelarea sistemelor complexe" de la USM, https://ephysimlab.usm.md. Astfel, platforma mobilă bazat pe dronă „SOWA" a fost asamblată și utilizată pentru cartografierea 3D a terenului experimental și monitorizarea factorilor de mediu în timp

real, 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[1]. Integrarea grafică a rezultatelor măsurărilor cu fotogrametria Pix4D a terenului experimental reprezintă prima etapă în dezvoltarea componentei aplicației GEOS-Chem de modelare pe calculator și prognozare a hazardurilor naturale periculoase. Din punct de vedere chimic, aerul atmosferic reprezintă un reactor redox de tip deschis, în care permanent pătrund diferite substanțe gazoase, lichide și solide de origine naturală și antropogenă, care sunt considerați poluanți primari. Au fost cercetate spectrele de reflexie difuză și de fotoluminescență pentru probe de sol și de frunze colectate la diferite stadii de dezvoltare. Stadiul de vegetație a frunzelor și tipul lor poate fi determinat atât după marginea benzii de reflexie difuză în intervalul 460÷520 nm, cât și după valoarea numerică a coeficientului de reflexie difuză în regiunea pantei dependenței $R_d(\lambda)$. La excitarea frunzelor cu radiație din regiunea UV cu densitate înaltă frunzele de cireș, arțar și stejar emit benzi de FL cu maxime de intensitate la anumite lungimi de undă caracteristice tipului și a stadiului de vegetație a acestora. De asemenea, este determinat intervalul spectral în care se poate stabili calitatea și tipul solului după mărimea coeficientului de reflexie difuză. A mai fost arătată posibilitatea de a detecta la distanță infecția frunzelor de nuci cu paraziți în zone mici de 1-2 mm. Studiile au arătat că procesul poate fi observat în stadiul incipient, când diametrul zonei respective este de aproximativ 1 mm. A fost propus un procedeu nou și instalația corespunzătoare pentru prelevarea automată la distanță cu drona a probelor de aer probelor de aer din atmosferă prin absorbția pe nanoclusteri de carbon și filtre din straturile atmosferice. Rezultatele acestor cercetări

[1] V. Sprincean et al. *UAV-based measuring station for monitoring and computational modeling of environmental factors.* IEEE Xplore. 2021, doi: 10.1109/MetroAeroSpace51421.2021.9511706, p.80-85.

desfășurate în perioada anilor 2020-2022 au fost apreciate cu 10 medalii de aur și 3 medalii de argint la expoziții și saloane internaționale de cercetare, inovație și transfer tehnologic.

Unele studii efectuate în Laboratorul de cercetări științifice „Fizica mediului și modelarea sistemelor complexe” se referă la subiectul actual al norului de poluanți generat de vulcanul La Palma. Astfel, în perioada 27 septembrie - 1 octombrie 2021 au fost efectuate măsurători în regim de timp real. Rezultatele pentru concentrațiile indicate de gaze (axa verticală din stânga) și particulele fine (pulberile) în suspensie, $PM_{2.5}$ și PM_{10} (axa verticală din dreapta), sunt reprezentate în Figura 1. Observăm ca în ziua de 27 septembrie 2021 s-a înregistrat o creștere bruscă pe durata a circa 3 ore a concentrației în aer a acidului cianhidric, HCN, care-i extrem de toxic. La fel, în ziua de 1 octombrie 2021 s-a observat o creștere semnificativă a nivelului concentrației de particule fine în suspensie, $PM_{2.5}$ și PM_{10}, care posedă un impact considerabil asupra sănătății populației[2]. Astfel, particulele cu diametrul aerodinamic mai mic de 10 micrometri, care trec prin nas și gât și pătrund în alveolele pulmonare, provoacă inflamații și intoxicări, fiind afectate, în special, persoanele cu boli cardiovasculare și respiratorii, copiii, vârstnicii și astmaticii. Prin urmare, deși emiterea codului roșu de alertă reprezintă o avertizare a populației pe termen scurt și mediu, fiind asociată cu datele satelitare și modelele de evoluție a norului vulcanic, fără astfel de măsurători realizate în regim de timp real este imposibilă protejarea populației susceptibile factorilor nocivi anume în perioade concrete de timp când are loc, de facto, creșterea semnificativă a concentrației poluanților din atmosferă, care pot fi precursori ai altor elemente nemonitorizate în Republica Moldova, corelate între ele spațial și temporal, lucru valabil și pentru majoritatea site-urilor de monitorizare din Europa.

[2] V. Sprincean et al. *UVS in monitoring of environmental factors.* IEEE Xplore. 2020, doi: 10.1109/MetroAeroSpace48742.2020.9160057, p.78-83.

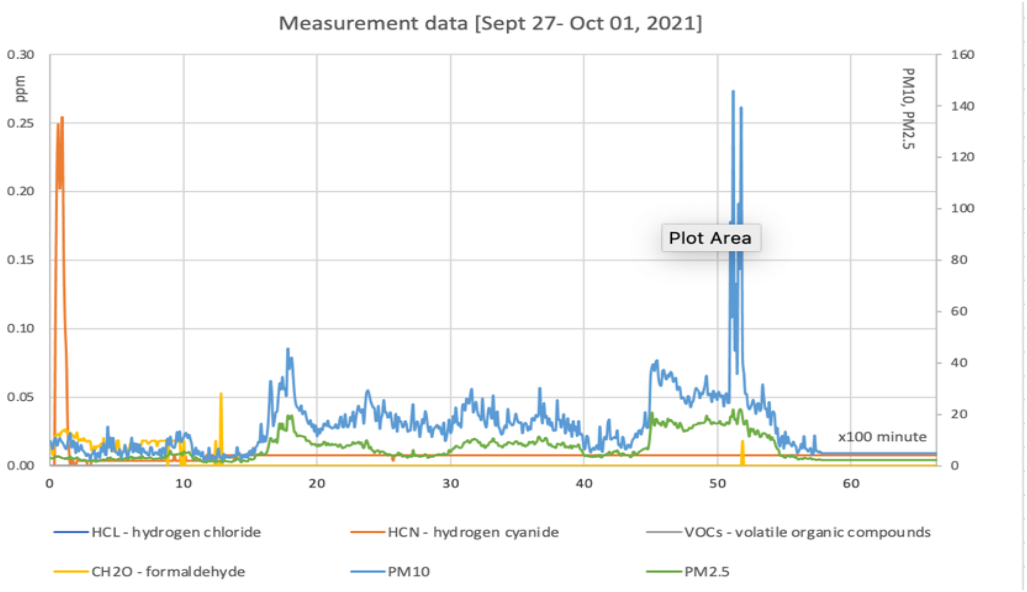

Figura 1 Valorile concentrațiilor de poluanți înregistrate la măsurători în regim de timp real.

În finalul acestui paragraf, putem concluziona că crearea platformei *eALERT* necesită o experiență practică 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. *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.

1.2 Procedeu pentru colectarea și analiza particulelor solide de poluanți din aer

Invenția se referă la identificarea factorilor care poluează atmosfera, în particular la colectarea particulelor solide de poluanți din aer, și este utilizată în monitorizarea calității mediului, fiind deja implementat acest procedeu nou de colectare a particulelor solide de poluanți din aer cu dimensiuni nano- și micrometrice[3]. Esența metodei constă în faptul că particulele solide de poluanți sunt încărcate

[3] A. Chirița, V. Sprincean, F. Paladi, CBI nr. s2022 0001 din 2022.01.12.

pozitiv în aer de un încărcător cu tensiune înaltă, care constă dintr-un filament subțire de wolfram și o sursă cu tensiunea înaltă de +5 kV, iar apoi particulele se depun pe suprafața plachetei de siliciu monocristalin sub acțiunea interacțiunii electrostatice. Particulele pot fi examinate direct prin metodele microscopiei optice, AFM (*Atomic Force Microscopy* - Microscopia de Forță Atomică) și EDAX (*Energy-dispersive X-ray Spectroscopy* - Spectroscopia de Raze X cu Dispersie Energetică), precum și a microscopiei de fluorescență RCM și FLIM. Rezultatul tehnic al acestui procedeu constă în facilitarea colectării direct din aer pe suprafața siliciului monocristalin a particulelor solide cu dimensiuni nano- și micro-metrice.

Este cunoscut și procedeul pentru manipularea electrostatică a contactului dintre gaze și particule solide, unde forțele electrostatice alternante creează o mișcare alternativă a particulelor, care îmbunătățește contactul gazului cu particulele solide și, astfel, se produce un transfer ameliorat de căldură și masă[4]. Acest fapt confirmă posibilitatea de colectare eficientă a particulele solide din aer sub acțiunea câmpului electrostatic, dezavantajele instalației respective constând în faptul că ea nu permite colectarea particulelor fine în suspensie din atmosferă. O altă soluție ar fi procedeul de colectare a microparticulelor solide din gazele de eșapament ale automobilelor și din activități industriale care poluează atmosfera[5], care face posibilă colectarea micro- și nano-particulelor din atmosferă, folosind filtre speciale, urmată de studiul particulelor colectate prin metodele AFM și EDAX. Astfel, un set de filtre speciale este utilizat pentru a capta particulele cu o dimensiunea de 2,5 microni din atmosferă, cu transferul ulterior al particulelor colectate pe suprafața unei plachete de siliciu cu un singur cristal, folosind tehnologia ultrasonică. Plasarea unor astfel de particule pe

[4] EP0995495, *Electrostatic control for contact between gases and solid particles*, 2000.04.26.

[5] Y. Shi, Y. Ji, H. Sun et al. *Nanoscale characterization of $PM_{2.5}$ airborne pollutants reveals high adhesiveness and aggregation capability of soot particles*, Sci. Rep., 2015, vol. 5, 11232.

suprafața unei plachete de siliciu monocristalin este necesară pentru studiul acestor particule de poluanți prin metodele AFM și EDAX. Dezavantajul procedeului utilizat anterior constă în faptul că acesta nu permite depunerea particulelor de la nano- la micro-dimensiuni pe suprafața siliciului monocristalin direct din aer pentru studiul particulelor de poluanți prin metodele AFM și EDAX. Astfel, problema pe care o rezolvă procedeul propus de echipa noastră de cercetători constă în facilitarea procesului de colectare a particulelor solide de dimensiuni nano- și micro-metrice din aer pe suprafața siliciului monocristalin pentru cercetări ulterioare prin metodele fizice moderne, fără utilizarea filtrelor intermediare și a metodei de transfer ultrasonic al particulelor colectate. Rezultatul tehnic obținut se datorează acționării asupra particulelor cu sarcina pozitivă prin intermediul încărcătorului de tensiune înaltă, precum și utilizării interacțiunii electrostatice pentru colectarea particulelor pe suprafața plachetei de siliciu monocristalin. Astfel colectate cu instalația ilustrată schematic în Figura 2, aceste particule pot fi supuse cercetărilor în vederea stabilirii naturii lor și a dimensiunilor.

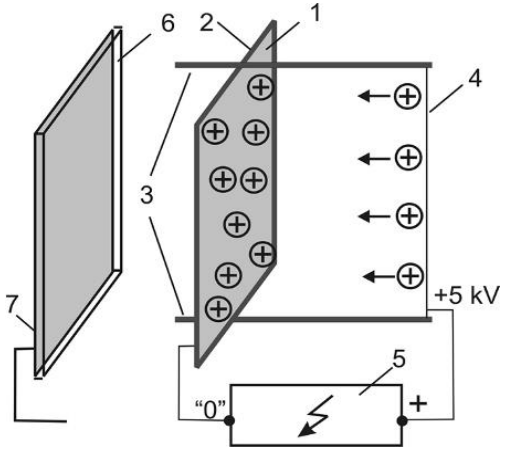

Figura 2 Schema procedeului de colectare a particulelor solide de poluanți din aer.

În Figura 2 este reprezentată schema instalației de implementare a procedeului de colectare a particulelor solide de poluanți din aer, care constă în aceea că placheta de siliciu 2 este amplasată într-un cadru dielectric 1. Pe suporturile dielectrice 3 este întins un filament subțire de wolfram 4, la care este aplicată o tensiune înaltă constantă de cel puțin +5 kV de la o sursă de înaltă tensiune 5. Electrodul „0” al sursei de înaltă tensiune 5 este conectat la placheta de siliciu 2. Particulele solide din apropierea filamentului de wolfram sunt încărcate cu sarcină pozitivă, iar sub acțiunea unui câmp electrostatic dintre placheta de siliciu și filamentul de wolfram, acestea sunt depuse pe suprafața plachetei de siliciu. Particulele solide colectate în acest mod pe suprafața siliciului monocristalin pot fi examinate prin metodele microscopiei optice, AFM și EDAX. Pentru cercetarea prin metode chimice, în locul plachetei de siliciu monocristalin 2 se pot folosi plăci rezistente chimic (cuarț, safir) 6 cu un electrod conductor 7 depus pe verso.

1.3 Exemplu de realizare practică a procedeului de colectare a particulelor solide de poluanți din aer

Într-un cadru dielectric 2 este instalată placheta de siliciu monocristalin 1 cu dimensiunea de 20x20 mm (Figura 2). Filamentul de wolfram 4, cu diametrul de 30 µm, este montat pe suporturi dielectrice 3 la o distanță de 10 mm de la suprafața plachetei de siliciu 2. Dispozitivul este amplasat în apropierea sursei de poluare a mediului ambiant, în acest caz la o distanță de 1,5 m de la carosabilul cu trafic intens al automobilelor. Se conectează sursa de înaltă tensiune 5 și potențialul pozitiv de +5 kV este aplicat filamentului de wolfram. Particulele solide din aer sunt încărcate pozitiv și, sub acțiunea unui câmp electrostatic dintre filamentul de wolfram 4 și placheta 1, sunt colectate pe suprafața siliciului monocristalin 1. Colectarea particulelor durează timp de 20 minute. După deconectarea sursei de înaltă tensiune 5, plachetă de siliciu monocristalin 1 este îndepărtată din cadrul dielectric 2.

La etapa următoare, placheta de siliciu este plasată în AFM și zona de cercetare este selectată cu ajutorul microscopului optic încorporat în AFM (Figura 3).

În continuare a fost efectuată analiza AFM a particulelor fine de praf din atmosferă[6]. Acest studiu este completat cu măsurători spectrale de fluorescență pentru trei probe obținute: două sunt pe substraturi de cuarț și una este pe suprafața unei plachete de siliciu monocristalin (opac). Particulele de poluanți se pot distinge individual pe baza luminescenței acestora, iar măsurătorile RCM și FLIM indică clar că unele particule individuale prezinta timpi de viață de fluorescență compozit[7].

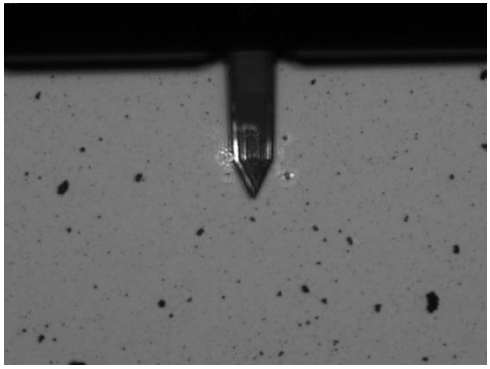

Figura 3. Imaginea suprafeței plachetei de siliciu cu ajutorul microscopului optic încorporat în AFM.

În Figura 4 este prezentată imaginea AFM a particulelor de poluanți cu dimensiuni în intervalul 80-150 nm și înălțimi în intervalul 80-200 nm.

[6] V. Sprincean et al. *UAV-based monitoring and AFM analysis of airborne pollutants*. IEEE Xplore. 2022, doi: 10.1109/MetroAeroSpace54187.2022.9855944, p.1-6.

[7] V. Sprincean et al. *Advanced physical technologies with the UVS application in environmental security*. În: Monitoring and protection of critical infrastructure by unmanned systems (coordonatori: Daponte P., Paladi F.). NATO Science Series, Amsterdam: IOS Press, 2023 (în tipar).

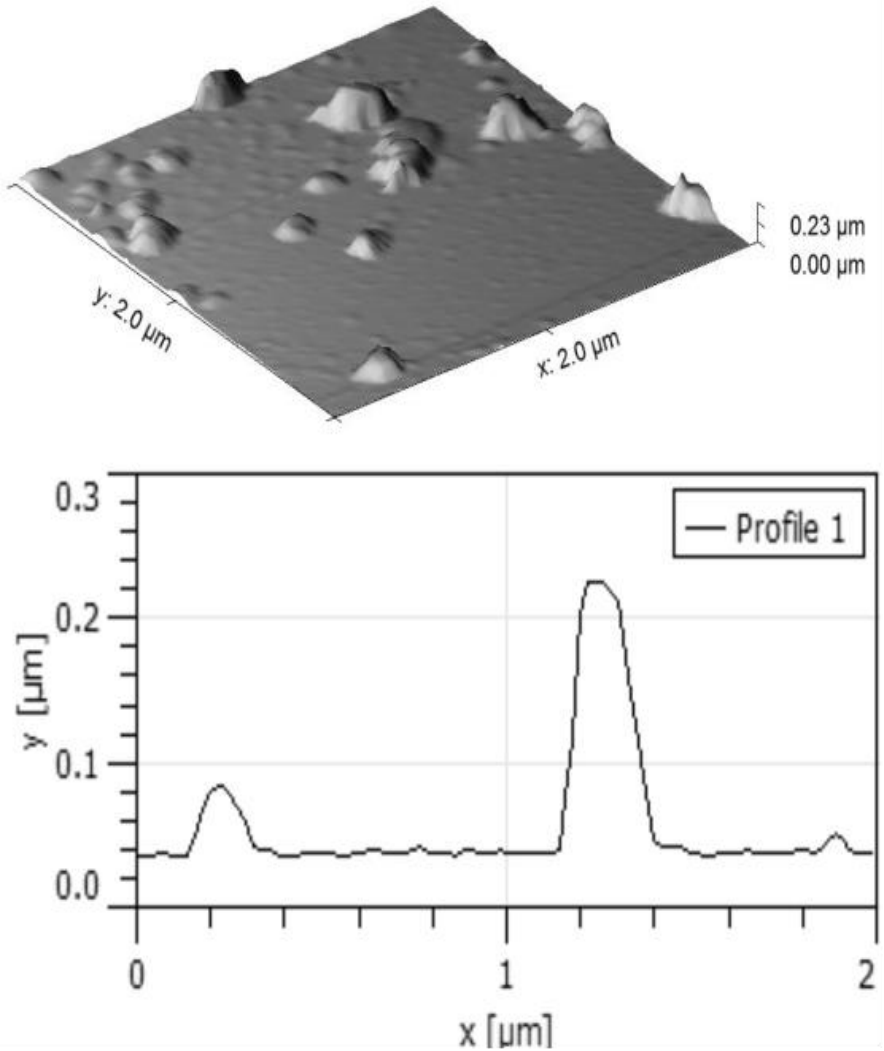

Figura 4 Imaginea AFM a particulelor de poluanți cu dimensiunea de 80-200 nm.

În Figura 5 este prezentată imaginea AFM a particulelor mai mari de poluanți cu dimensiuni cuprinse în intervalul 1-3 µm și înălțimea de până la 0,8 µm.

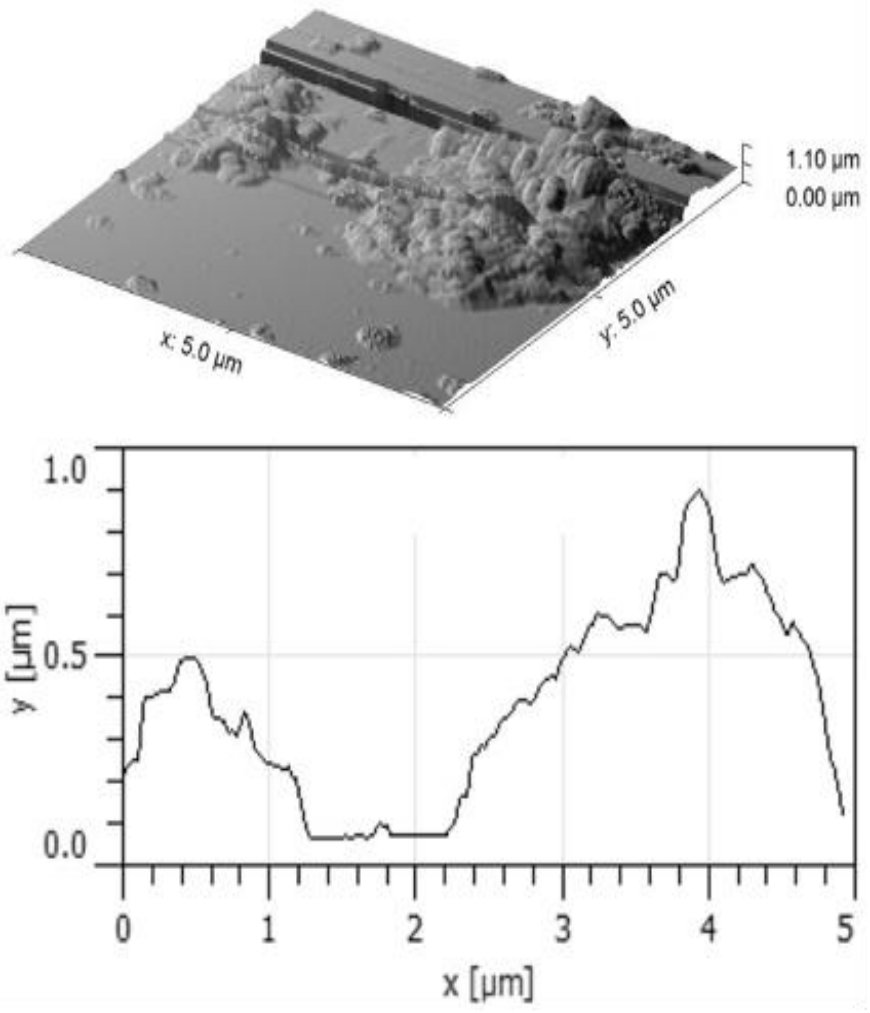

Figura 5 Imaginea AFM a particulelor de poluanți cu dimensiunea de 1-3 µm.

În Figura 6 este prezentată imaginea AFM a unei părți din suprafața unui conglomerat de particule, care constă din granule (clustere) cu dimensiuni cuprinse în intervalul 50-80 nm.

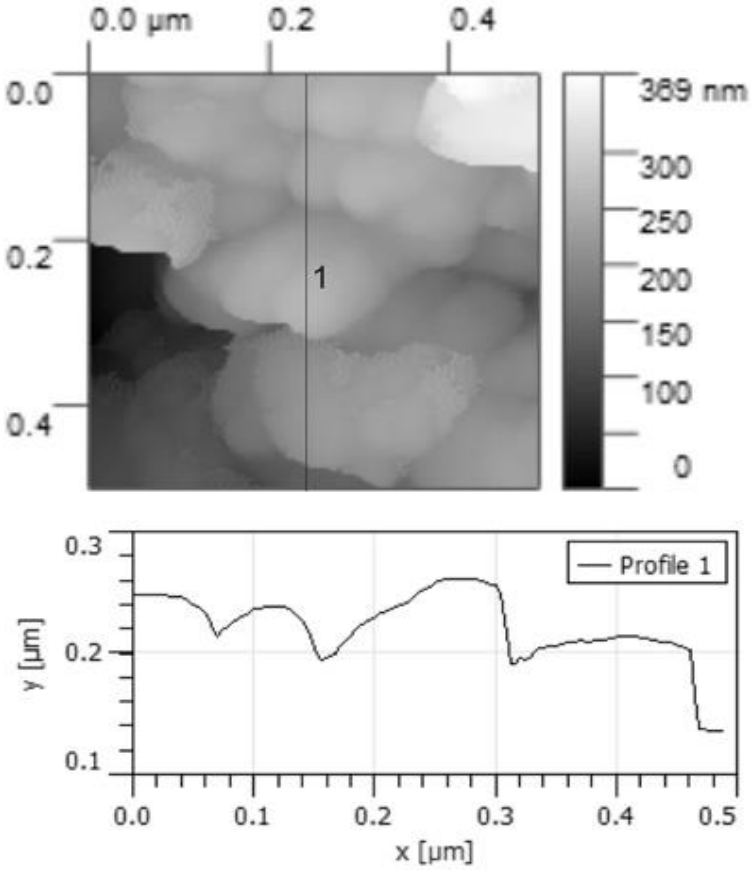

Figura 6 Imaginea AFM a suprafeței unui conglomerat de particule.

În finalul acestui paragraf, putem concluziona că figurile de mai sus reprezintă imagini concludente ale procesului de cercetare a particulelor solide de poluanți cu diverse dimensiuni, efectuate atât cu ajutorul microscopului optic încorporat în AFM (Figura 3), cât și prin microscopia de forță atomică (Figura 4-6). Imaginile de topografie la măsurătorile AFM efectuate în modul PinPoint

pe probele colectate cu setări pentru lucrul în non-contact și cu interacție vârf-probă cât mai mică, pentru a perturba cât mai puțin microparticulele solide de pe suprafață, arată că pe suprafață se afla particule și aglomerări de particule cu o forță de adeziune mare. Astfel, imaginile AFM demonstrează atât prezența particulelor mici cu dimensiunea de 80-200 nm, cât și a clusterelor mari de particule de 2-4 microni în lățime și până la 0,8 microni în înălțime. De asemenea, aceste studii au fost completate cu măsurători de microscopie confocală de fluorescență efectuate pe două sisteme de analiză microscopică. Ambele seturi de imagini obținute arată că aceste microparticule se pot distinge individual pe baza luminiscenței acestora. In primul set (RCM) contrastul este dat de intensitatea emisă de particulă într-un anumit domeniu spectral, iar în celălalt caz (FLIM) – de timpul de viață de fluorescență. Pe de alta 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.

1.4 Poluarea atmosferică

Poluarea aerului este o problemă la nivel local, paneuropean și al emisferei. Poluanții atmosferici emiși într-o țară pot fi transportați în atmosferă, contribuind sau ducând la o calitate scăzută a aerului în alte zone. Sursele de poluare atmosferică sunt variate și pot fi antropice sau naturale[8]:

- Arderea combustibililor fosili în producerea de energie electrică, transporturi, industrie și gospodării;
- Procese industriale și utilizarea solvenților, de exemplu în industria chimică și extractivă;
- Agricultură;

[8] https://www.eea.europa.eu/ (accesat 03.12.2022)

- Tratarea deșeurilor;
- Erupțiile vulcanice, praful aeropurtat, dispersia sării marine și emisiile de compuși organici volatili din plante sunt exemple de surse naturale de emisie.

Suspensiilor solide, dioxidul de azot și ozonul de la nivelul solului sunt recunoscuți în prezent drept cei 3 poluanți care afectează cel mai grav sănătatea umană. Expunerile pe termen lung și cele maxime la acești poluanți variază ca gravitate și impact, de la efectele minore asupra sistemului respirator până la decesul prematur. Aproximativ 90% din locuitorii orașelor din Europa sunt expuși la poluanți în concentrații peste nivelurile de calitate a aerului considerate dăunătoare pentru sănătate. De exemplu, pulberile fine în suspensie ($PM_{2.5}$) din aer reduc speranța de viață în Uniunea Europeană cu peste opt luni. Benzipirenul este un poluant cancerigen, care este prezent în concentrații care depășesc pragul stabilit pentru protecția sănătății umane în mai multe zone urbane.

Analiza datelor statistice privind emisiile substanțelor poluante în aerul atmosferic pe teritoriul Republicii Moldova în perioada anilor 2015-2019 denotă următoarele[9]:

- Sursa principală de emisii poluante în aerul atmosferic pe teritoriul Republicii Moldova (93%) reprezintă transportul auto, iar sursele staționare ale agenților economici evacuează doar 7% din totalul noxelor emise;
- Se atestă fenomenul de micșorare a emisiilor substanțelor nocive de la transportul auto. Emisiile de substanțe nocive în anul 2019 sunt cu cca 10% mai mici în comparație cu emisiile în anul 2015 și cu 45% în comparație cu anul 2017. Acest fapt poate fi explicat prin eliminarea din uz a mijloacelor de transport vechi și prezența mai abundentă în parcul auto republican a

[9] V. Gladchi, *Dinamica poluării aerului atmosferic pe teritoriul Republicii Moldova în perioada anilor 2015-2019*. Studia Universitatis Moldaviae (Seria Științe Reale și ale Naturii), nr. 6(146), 2021, p. 119-125. doi: https://doi.org/10.5281/zenodo.5702035

mijloacelor auto mai noi și performante, care elimină cantități mai mici de substanțe nocive în timpul funcționării;

- Emisiile de la transportul auto conțin monoxid de carbon (CO), dioxid de azot (NO_2), dioxid de sulf (SO_2), hidrocarburi (C_xH_y) și altele. Ponderea medie a monoxidului de carbon constituie 72% din masa tuturor emisiilor înregistrate, ceea ce reprezintă un factor de risc pentru sănătatea populației. Ponderea dioxidului de azot și a hidrocarburilor în perioada analizată este de 11%, iar a dioxidului de sulf - 3% din masa medie totală a emisiilor. Pe parcursul anilor 2015-2019 se observă o creștere a emisiilor de dioxid de azot și dioxid de azot, ceea ce poate avea consecințele negative asupra calității aerului atmosferic, precum și pentru sănătatea umană;
- În perioada anilor 2015-2019 se atestă tendința de diminuare a emisiilor nocive de sursele staționare. Cel mai mult contribuie la poluarea aerului agenții economici situați în regiunea de Centru a republicii (59% din cantitatea totală emisă), iar cel mai puțin - acei din zona de Sud (13%) și U.T.A. Gagauzia (3%);
- Agenții economici din cele 6 municipii cu populația mai mare de 25 mii de locuitori (Chișinău, Bălți, Cahul, Soroca, Ungheni și Orhei) elimină în aerul atmosferic 42% din totalul substanțelor poluante, înregistrate în țară. Dintre aceste municipii cel mai mare poluator al aerului atmosferic este mun. Chișinău, care emană 61% din noxe, emise de sursele staționare din cele 6 municipii mai mari din Republica Moldova.

1.5 Accesul populației la informația de mediu și monitoringul calității factorilor de mediu

Republica Moldova a ratificat la 7 aprilie 1999 *Convenția privind accesul la informații, participarea publicului la luarea deciziilor și accesul la justiție pe probleme de mediu* (Convenția de

la Aarhus), devenind prima țară care a făcut acest lucru și, de asemenea, una care a organizat prima întâlnire a semnatarilor la Chișinău, între 19 și 21 aprilie 1999[10].

Articolul 1 al Convenției Aarhus prevede faptul caă fiecare Parte la Convenție este obligată să garanteze drepturile privind accesul la informație, participarea publicului la luarea deciziei și accesul la justiție în probleme de mediu, pentru a contribui la protejarea drepturilor oricărei persoane din generațiile actuale și viitoare de a trăi într-un mediu adecvat pentru sănătatea și bunăstarea acestora[11]. Convenția Aarhus evidențiază legătura dintre drepturile privind mediul și drepturile omului, subliniind faptul că dezvoltarea durabilă poate fi susținută doar prin implicarea tuturor factorilor interesați și prin întărirea interacțiunii dintre public și autoritățile publice de la orice nivel. În vederea atingerii acestor obiective, Convenția Aarhus se sprijină pe trei piloni:

- Asigurarea unui acces mai larg al publicului la informațiile de mediu deținute de către autoritățile publice;
- Asigurarea participării publicului la luarea deciziilor de mediu;
- Extinderea accesului la justiție în probleme de mediu în cauze privind încălcarea dreptului de acces la informațiile de mediu, precum și a dreptului de participare la luarea deciziilor.

Agenția Europeană de Mediu reprezintă centrul de date privind poluarea aerului al Uniunii Europene și sprijină punerea în aplicare a legislației Uniunii Europene privind emisiile atmosferice și calitatea aerului. Agenția Europeană de Mediu contribuie, de asemenea, la evaluarea politicilor Uniunii Europene privind poluarea aerului și la dezvoltarea de strategii pe termen lung pentru îmbunătățirea calității aerului în Europa. Activitatea Agenției Europeane de Mediu se concentrează asupra:

---

[10] *Raport alternativ privind implementarea Convenției de la Aarhus: Moldova 2021. Revizuirea legislației, politicilor și a practicii*, https://arnika.org/en/countries/moldova (accesat 03.12.2022).

[11] *Ghidul autorităților publice privind accesul la informația privind mediul*, http://www.mmediu.ro/categorie/accesul-la-informatia-de-mediu/242 (accesat 03.12.2022).

- Punerii la dispoziția publicului a unei serii de date privind poluarea aerului;
- Documentării și evaluării tendințelor privind poluarea aerului și politicile și măsurile aferente în Europa;
- Investigării soluțiilor de compromis și a sinergiilor dintre poluarea aerului și politicile din diferite domenii, cum ar fi schimbările climatice, energie, transporturi și industrie.

Problemele mediului în Republica Moldova revin, în principal, în gestiunea autorităților guvernamentale centrale. *Ministerul Mediului*, a fost constituit în data de 25 august 2021 prin separarea de Ministerul Agriculturii, ca autoritate centrală de stat cu atribuția de a elabora, promova și implementa politici de protecție a mediului. De asemenea, Ministerul Mediului este responsabil pentru asigurarea implementării, monitorizării, evaluării și raportării privind implementarea angajamentelor internaționale de mediu. Ministerul Mediului servește în continuare drept punct focal național al Convenției de la Aarhus. Totodată, procesul de aliniere a legislației naționale de mediu la standardele Uniunii Europene se desfășoară conform Strategiei naționale pentru anii 2014-2023 și a Planului de acțiuni pentru implementarea Strategiei naționale respective, ce constituie Anexa 1, în forma aprobată de Guvern prin Hotărârea nr. 301 din 24 aprilie 2014[12].

Agenția de Mediu este autoritatea administrativă din subordinea Ministerului Mediului[13] și implementează *Programul de monitoring al calității mediului*[14]. Agenția de Mediu a fost creată în anul 2018 prin Hotărârea Guvernului nr. 549 privind înființarea, organizarea și funcționarea Agenției de Mediu. Misiunea Agenției de Mediu constă în realizarea monitoringului calității factorilor de mediu

[12] Hotărârea Guvernului nr. 301 din 24 aprilie 2014 privind aprobarea Strategiei de mediu pentru anii 2014-2023 și a Planului de acțiuni pentru implementarea acesteia, disponibilă la http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/mol159048.pdf (accesat 03.12.2022).
[13] https://mediu.gov.md/ro/content/autorități-administrative-din-subordinea-ministerului-mediului (accesat 03.12.2022).
[14] https://am.gov.md/ro/content/monitoringul-calității-mediului (accesat 03.12.2022).

prin supravegherea, evaluarea, prognozarea și avertizarea în legătura cu evoluția sistemelor naturale, cu scopul intervenției în timp util pentru menținerea stării de echilibru a mediului în Republica Moldova.

Noțiunea de monitoring a apărut înainte de Conferința ONU privind protecția mediului de la Stockholm (5-16 iunie 1972). *Monitoringul* este noțiunea care, suplimentar la observarea și obținerea informației, mai conține elemente de dirijare. Monitoringul mediului constă din 3 tipuri de activități de bază, iar platforma *eALERT* se adresează tuturor acestor tipuri de activități:

- *Măsurători și observații* direcționate spre asigurarea unei descrieri corecte a mediului și a schimbărilor la care acesta poate fi supus;
- *Evaluarea datelor de mediu* pentru determinarea unor posibile direcții de evoluții și *dezvoltarea unui sistem de avertizare timpurie* bazat pe criterii prestabilite;
- *Prefigurarea acțiunilor* pentru evitarea deteriorării mediului în contextul general de asigurare a celei mai bune variante de management al mediului.

În scopul asigurării persoanelor fizice și juridice cu informații privind calitatea mediului, Agenția de Mediu realizează monitoringul calității factorilor de mediu în cadrul *Laboratorului de referință de mediu,* care a fost creat prin reorganizarea laboratoarelor de calitate a mediului din cadrul Serviciului Hidrometeorologic de Stat, în baza unei rețele de supraveghere amplasată pe teritoriul Republicii Moldova. Astfel, în cadrul Laboratorului de referință de mediu al Agenției de Mediu activează *Laboratorul pentru calitatea aerului*, care monitorizează calitatea aerului în baza unei rețele de supraveghere constituită din 17 posturi staționare, unde conform programului de 3 ori în timp de 24 ore (la orele 7:00, 13:00 și 19:00) se prelevează probe de aer, care sunt examinate după următorii indici de bază: suspensii solide, dioxid de sulf, monoxid de carbon, dioxid de azot, precum și indici specifici: sulfați solubili, oxid de azot, fenol, aldehidă formică în 5 centre industriale ale Republicii Moldova

(Chișinău: 6 posturi, Bălți: 2 posturi, Tighina: 4 posturi, Tiraspol: 3 posturi, Rîbnița: 2 posturi). Agenției de Mediu dispune de o singură stație automată de monitorizare în timp real amplasată în satul Mateuți din raionul Rezina, care monitorizează în regim automat 17 parametri (cu excepția suspensiilor solide totale și PM_{10}, care se prelevează manual), dintre care 12 poluanți atmosferici (oxizii de azot (NO, NO_2, NO_x), dioxidul de sulf, hidrogenul sulfurat, amoniacul, monoxidul de carbon, suma hidrocarburilor aromatice, ozonul troposferic, debitul dozei de expoziție a radiației gamma.

Până la implementarea la implementarea platformei *eALERT* pentru monitorizarea mediului în regim de timp real și avertizarea instantanee a populației din Chișinău în cazul hazardurilor naturale și antropogene periculoase, această stație reprezenta unica stație de acest gen din partea Europei de Est, care efectua în regim on-line doar monitorizarea automată pentru 12 poluanți atmosferici, cu excepția particulelor solide de poluanți din aer. Totodată, la 27 iunie 2022 a mai fost lansată la Chișinău o stație automată de monitorizare a calității aerului atmosferic de tip trafic aflată în subordinea Agenției de Mediu, care a fost donată Republicii Moldova de către Germania în baza strategiei de implementare a monitorizării și managementului calității aerului înconjurător, conform standardelor Uniunii Europene în Republica Moldova. Această stație are capacitatea să monitorizeze în regim online 5 dintre cei mai frecvenți poluanți care reies din gazele de eșapament, dar care nu are implementat un sistem automat de avertizare în regim de timp real, ci doar ar putea oferi informația în regim online organelor cu funcție de control și de luare a deciziilor[15].

În finalul acestui paragraf, putem menționa că, deși actuala *Lege privind accesul la informație 982/2000* și *Regulamentul privind accesul publicului la informațiile de mediu 1467/2016* asigură realizarea dreptului de acces la informații, problema accesului la informația de mediu persistă în

[15] https://am.gov.md/ro/content/la-chișinău-fost-lansată-prima-stație-automată-de-monitorizare-calității-aerului-atmosferic (accesat 03.12.2022)

implementare, adică ține de aplicarea practică a acestor prevederi cu referire la solicitanții de informații și deținătorii acestor informații de mediu. Pe lângă Convenția de la Aarhus, la 24 aprilie 2013, Moldova a ratificat Protocolul RETP (*Registrul Emisiilor și Transferului Poluanților*), care prevedea stabilirea unui „sistem coerent, la nivel național, de inventar sau registre de poluare pe o bază de date structurată, computerizată și accesibilă publicului compilată prin raportare standardizată", conform art. 5, p. 9 din Convenția de la Aarhus. Protocolul UNECE privind registrele emisiilor și transferurilor de poluanți, numit și „Protocol RETP", adoptat la 21 mai 2003 la Kiev, Ucraina, a fost semnat de 32 de țări și de Uniunea Europeană. A intrat în vigoare la 8 octombrie 2009. Astfel, RETP-urile trebuie să reprezintă un sistem integrat de informații despre eliberarea și transferul de substanțe și poluanți potențial periculoși în aer, apă și sol. Totodată, sistemul informațional „Registrul Național al Emisiilor și Transferului Poluanților" (E-RETP)[16], ce ar trebui să fie o bază de date privind poluarea mediului, emisiile în aer, apă, sol și sursele difuze și transferul de deșeuri și poluanți, nu este disponibil în prezent. Pentru a se conforma standardelor internaționale și a se realiza armonizarea cu *Registrul european al emisiilor și transferurilor de poluanți*, E-RETP trebuie să întrunească următoarele cerințe[17]:

- Datele RETP trebuie să fie ușor accesibile publicului prin mijloace electronice pentru oricine, fără a fi nevoie de declararea interesului (art. 11, alin. 1);
- În cazul în care accesul electronic nu este disponibil, datele ar trebui furnizate prin alte mijloace eficiente, la cerere, într-o perioadă de timp rezonabilă (o lună) (art. 11, alin. 2);

[16] Hotărârea Guvernului nr. 1373 din 24 aprilie 2018.

[17] *Raport alternativ privind implementarea Convenției de la Aarhus: Moldova 2021. Revizuirea legislației, politicilor și a practicii*, https://arnika.org/en/countries/moldova (accesat 03.12.2022).

- Accesul electronic la Registru ar trebui să fie facilitat în locații accesibile publicului (de exemplu, în biblioteci publice, birouri ale autorităților locale sau alte locuri adecvate), în cazul în care nu există acces electronic public accesibil (art. 11, alin. 5);
- Se asigură că accesul este gratuit sau că orice taxe nu depășesc o sumă rezonabilă (art. 11, alin. 3);
- Informațiile pot fi păstrate confidențiale numai dacă afectează negativ anumite interese legitime, cum ar fi relațiile internaționale, apărarea națională sau securitatea publică; cursul justiției; informații comerciale și industriale; drepturile de proprietate intelectuală și datele cu caracter personal (art. 12, alin. 1);
- Să se interpreteze într-un mod restrictiv motivele de confidențialitate, ținând cont de interesul public servit de dezvăluire și dacă informațiile se referă la emisii în mediu (art. 12, alin. 1 și 2);
- Dezvăluirea informațiilor ce sunt considerate confidențiale, inclusiv furnizarea de informații chimice generice și motivul pentru care celelalte informații au fost sustrase (art. 12, alin. 3).

1.6 Convenții de mediu[18]

A. Convenții privind aspectele orizontale

- Convenția privind evaluarea impactului asupra mediului în context transfrontier (ESPOO);
- Convenția privind accesul la informație, participarea publicului la luarea deciziei și accesul la justiție pe probleme de mediu (AARHUS);
- Protocolul privind Registrul Poluanților Emiși și Transferați;
- Convenția privind efectele transfrontiere ale accidentelor industriale.

[18] http://www.mmediu.ro/articol/conventii-de-mediu/79 (accesat 03.12.2022).

B. Convenții în domeniul protecției biodiversității

- Convenția privind protecția patrimoniului mondial, cultural și natural;
- Convenția privind diversitatea biologică;
- Convenția privind protecția zonelor umede de importanță internațională (RAMSAR);
- Convenția privind comerțul internațional cu specii periclitate de faună și floră sălbatică (CITES);
- Convenția privind conservarea vieții sălbatice și a habitatelor naturale din Europa;
- Convenția privind conservarea speciilor migratoare de animale sălbatice;
- Convenția Europeană privind peisajele;
- Acordul privind conservarea liliecilor în Europa;
- Acordul privind conservarea păsărilor de apă migratoare african-eurasiatice;
- Acordul privind conservarea cetaceelor din Marea Neagră, Marea Mediterană și din zona contiguă a Atlanticului;
- Acordul privind protecția mediului la tratatul asupra Antarcticii;
- Convenția-cadru privind protecția și dezvoltarea durabilă a Carpaților (Convenția Carpatica).

C. Convenții în domeniul schimbărilor climatice și protecției stratului de ozon

- Convenția-cadru a Națiunilor Unite privind schimbările climatice;
- Convenția de la Viena privind protecția stratului de ozon.

D. Convenții în domeniul gospodăririi apelor și combaterii deșertificării

- Convenția privind protecția Mării Negre împotriva poluării;
- Convenția privind protecția și utilizarea cursurilor de apă transfrontieră și a lacurilor internaționale;
- Convenția privind cooperarea pentru protecția și utilizarea durabilă a fluviului Dunărea;

- Convenția Națiunilor Unite pentru combaterea deșertificării în țările care se confruntă cu seceta gravă și/sau cu deșertificarea, în special în Africa;
- Convenția internațională privind pregătirea, răspunsul și cooperarea în caz de poluare cu hidrocarburi;
- Convenția internațională din 1973 pentru prevenirea poluării de către nave, modificată prin protocolul încheiat la Londra la data de 17 februarie 1978.

E. Convenții în domeniul gestionării deșeurilor

- Convenția de la Basel privind controlul transportului transfrontier al deșeurilor periculoase și al eliminării acestora.

F. Convenții în domeniul calității aerului

- Convenția asupra poluării atmosferice transfrontiere pe distanțe lungi.

G. Convenții în domeniul gestionării substanțelor chimice

- Convenția de la Rotterdam cu privire la aplicarea procedurii acordului prealabil consimțit (PIC) aplicabilă anumitor produși chimici periculoși și pesticide care fac obiectul comerțului internațional;
- Convenția privind poluanții organici persistenți (POPs).

2 CAUZE ȘI CONSECINȚE ALE POLUĂRII ATMOSFERICE (V.Sprincean, F.Paladi, M.Savva)

2.1 Efectele poluării atmosferice asupra organismelor vii

Poluanții atmosferici pot avea o serie de efecte negative asupra organismelor vii, inclusiv asupra oamenilor, animalelor și plantelor. Acești poluanți pot include gaze, cum ar fi monoxidul de carbon, dioxidul de sulf și oxizii de azot, precum și particule, cum ar fi praful, fumul și funinginea. Unele dintre efectele poluanților atmosferici asupra organismelor vii sunt:

Probleme respiratorii: Inhalarea poluanților atmosferici poate provoca probleme respiratorii la oameni și animale. Acești poluanți pot irita sistemul respirator, provocând tuse, respirație șuierătoare și dificultăți de respirație. De asemenea, ei pot agrava afecțiuni precum astmul și bronșita și pot crește riscul de infecții respiratorii.

Probleme cardiovasculare: Poluarea aerului a fost asociată cu un risc crescut de boli de inimă, accidente vasculare cerebrale și alte probleme cardiovasculare. Acest lucru se datorează faptului că poluanții atmosferici pot provoca inflamații și stres oxidativ, care pot deteriora vasele de sânge și pot crește riscul de formare de cheaguri de sânge.

Efecte asupra sistemului nervos: Unii poluanți atmosferici, cum ar fi plumbul și mercurul, pot avea efecte toxice asupra sistemului nervos. Acești poluanți pot afecta funcția cognitivă și pot contribui la tulburări neurologice, cum ar fi boala Parkinson.

Probleme de reproducere: Expunerea la poluanții atmosferici poate avea, de asemenea, efecte negative asupra sănătății reproducerii. Studiile au făcut legătura între poluarea atmosferică și fertilitatea redusă, greutatea scăzută la naștere și problemele de dezvoltare la sugari.

Deteriorarea plantelor: Poluanții atmosferici pot avea, de asemenea, efecte negative asupra plantelor, inclusiv o creștere redusă, deteriorarea frunzelor și a tulpinilor și reducerea fotosintezei. Acest lucru poate duce la reducerea randamentului culturilor și la dezechilibre ale ecosistemelor.

Pe scurt, poluanții atmosferici pot avea o gamă largă de efecte negative asupra organismelor, inclusiv probleme respiratorii, probleme cardiovasculare, efecte asupra sistemului nervos, probleme de reproducere și daune aduse plantelor. Este important să se ia măsuri de reducere a poluării atmosferice pentru a proteja sănătatea și bunăstarea tuturor organismelor.

2.2 Poluarea cu monoxid de carbon

Monoxidul de carbon (CO) este un gaz otrăvitor care este produs prin arderea incompletă a combustibililor fosili, cum ar fi benzina, motorina și cărbunele. Este unul dintre cei mai răspândiți poluanți atmosferici și poate avea efecte grave asupra sănătății umane și asupra mediului. Atunci când este inhalat, monoxidul de carbon interferează cu livrarea de oxigen către țesuturile organismului, ceea ce poate duce la simptome precum dureri de cap, amețeli, greață și oboseală. În concentrații mari, monoxidul de carbon poate fi letal, provocând moartea prin asfixiere. Expunerea pe termen lung la monoxid de carbon poate avea efecte mai grave asupra sănătății, cum ar fi boli de inimă, afecțiuni neurologice și afecțiuni respiratorii cronice.

Monoxidul de carbon contribuie, de asemenea, la formarea ozonului la nivelul solului, care este o componentă majoră a smogului. Ozonul la nivelul solului poate irita ochii, nasul și gâtul și poate exacerba afecțiunile respiratorii, cum ar fi astmul. În plus față de efectele sale asupra sănătății umane, monoxidul de carbon poate avea, de asemenea, un impact asupra mediului. Acesta contribuie la formarea ploilor acide, care pot afecta culturile, pădurile și corpurile de apă. De asemenea, poate contribui la schimbările climatice prin reținerea căldurii în atmosferă și încălzirea planetei.

În general, poluarea cu monoxid de carbon este o problemă serioasă care necesită măsuri pentru a reduce emisiile și a proteja sănătatea umană și mediul înconjurător. Acest lucru poate fi realizat prin măsuri precum îmbunătățirea standardelor privind emisiile vehiculelor, creșterea utilizării surselor de energie regenerabilă și punerea în aplicare a politicilor de reducere a emisiilor industriale.

2.3 Poluarea cu dioxid de carbon – efectul de seră

Dioxidul de carbon (CO_2) este un gaz care este prezent în mod natural în atmosferă și este esențial pentru viața pe Pământ. Cu toate acestea, activitățile umane, cum ar fi arderea combustibililor fosili și defrișările, au dus la o creștere semnificativă a concentrației de CO_2 în atmosferă, ceea ce contribuie la efectul de seră.

Efectul de seră este procesul prin care anumite gaze, inclusiv CO_2, rețin căldura în atmosfera Pământului și o împiedică să se scurgă în spațiu. Acest proces este esențial pentru menținerea unei temperaturi favorabile pe Pământ, dar o creștere a concentrațiilor de gaze cu efect de seră poate duce la încălzirea globală și la schimbări climatice.

Poluarea cu dioxid de carbon contribuie la efectul de seră prin creșterea concentrației de CO_2 în atmosferă, care captează mai multă căldură și încălzește planeta. Acest lucru poate duce la o serie de efecte negative, cum ar fi creșterea nivelului mării, valuri de căldură, secete și inundații mai frecvente și mai severe, precum și schimbări în distribuția speciilor de plante și animale.

Reducerea poluării cu dioxid de carbon este esențială pentru a atenua impactul schimbărilor climatice și pentru a păstra o planetă locuibilă pentru generațiile viitoare. Acest lucru poate fi realizat prin măsuri precum reducerea utilizării combustibililor fosili și tranziția către surse de energie regenerabilă, cum ar fi energia solară și eoliană. În plus, punerea în aplicare a unor politici cum ar fi

stabilirea prețului carbonului și creșterea eficienței energetice poate contribui, de asemenea, la reducerea emisiilor de dioxid de carbon.

2.4 Poluarea cu oxizi de azot

Oxizii de azot (NO_x) sunt un grup de gaze foarte reactive care se formează atunci când azotul și oxigenul reacționează la temperaturi ridicate, cum ar fi în procesele de combustie din transporturi, generarea de energie și instalațiile industriale. Poluarea cu oxizi de azot poate avea o serie de efecte negative asupra sănătății umane, asupra mediului și asupra schimbărilor climatice.

În ceea ce privește sănătatea umană, oxizii de azot pot contribui la apariția unor probleme respiratorii, cum ar fi astmul, bronșita și emfizemul. Expunerea la poluarea cu oxizi de azot poate duce, de asemenea, la creșterea susceptibilității la infecții respiratorii și la reducerea funcției pulmonare. Poluarea cu oxizi de azot contribuie, de asemenea, la formarea ozonului la nivelul solului, care este o componentă majoră a smogului. Ozonul de la nivelul solului poate provoca iritarea ochilor, a nasului și a gâtului și poate exacerba afecțiunile respiratorii, cum ar fi astmul.

Pe lângă efectele sale asupra sănătății umane, poluarea cu oxizi de azot poate avea efecte asupra mediului. Oxizii de azot contribuie la ploile acide, care pot afecta pădurile, culturile și bazinele de apă. Aceștia pot contribui, de asemenea, la eutrofizare, adică la creșterea excesivă a algelor în bazinele de apă din cauza excesului de nutrienți. Acest lucru poate duce la epuizarea oxigenului din apă și poate dăuna ecosistemelor acvatice.

Oxizii de azot contribuie, de asemenea, la schimbările climatice prin formarea de protoxid de azot (N_2O), care este un gaz cu efect de seră puternic, de aproximativ 300 de ori mai eficient în captarea căldurii decât dioxidul de carbon. Acest lucru contribuie la încălzirea globală și la impactul asociat asupra mediului și a societăților umane.

Reducerea poluării cu oxizi de azot necesită măsuri precum îmbunătățirea standardelor privind emisiile vehiculelor, utilizarea de combustibili mai puțin poluanți și punerea în aplicare a tehnologiilor de reducere a emisiilor provenite de la instalațiile industriale. Aceste măsuri pot contribui la reducerea impactului negativ al poluării cu oxizi de azot asupra sănătății umane, a mediului și a schimbărilor climatice.

2.5 Poluarea cu dioxid de sulf

Dioxidul de sulf (SO_2) este un gaz eliberat în atmosferă prin arderea combustibililor fosili care conțin sulf, cum ar fi cărbunele și petrolul. Poluarea cu dioxid de sulf poate avea, la fel, un impact negativ asupra sănătății umane, a mediului și a schimbărilor climatice.

În ceea ce privește sănătatea umană, expunerea la dioxidul de sulf poate cauza probleme respiratorii, cum ar fi bronșita, astmul și emfizemul. De asemenea, poate agrava afecțiunile respiratorii existente, cum ar fi boala pulmonară obstructivă cronică (BPOC). Nivelurile ridicate de expunere la dioxid de sulf pot duce la efecte mai grave asupra sănătății, inclusiv insuficiență respiratorie, și pot fi fatale în cazuri extreme.

Poluarea cu dioxid de sulf contribuie, de asemenea, la formarea ploilor acide. Atunci când dioxidul de sulf este eliberat în atmosferă, acesta reacționează cu apa și cu alte substanțe chimice pentru a forma acid sulfuric, care poate afecta solul sub formă de ploaie acidă. Ploaia acidă poate deteriora culturile, pădurile și bazinele de apă și poate provoca, de asemenea, daune clădirilor și monumentelor.

Pe lângă efectele sale asupra sănătății umane și a mediului, dioxidul de sulf poate contribui la schimbările climatice prin formarea de aerosoli de sulfat în atmosferă. Acești aerosoli reflectă lumina solară și răcesc planeta, compensând parțial efectul de încălzire al gazelor cu efect de seră. Cu toate

acestea, ei au, de asemenea, un impact negativ asupra calității aerului și pot exacerba problemele respiratorii.

Reducerea poluării cu dioxid de sulf poate fi realizată prin măsuri precum utilizarea unor combustibili mai puțin poluanți, implementarea tehnologiilor de reducere a emisiilor provenite de la instalațiile industriale și centralele electrice și îmbunătățirea standardelor privind emisiile vehiculelor. Aceste măsuri pot contribui la reducerea impactului negativ al poluării cu dioxid de sulf asupra sănătății umane, a mediului și a schimbărilor climatice.

2.6 Freonii – gaura de ozon

Freonii sunt un grup de substanțe chimice cunoscute sub numele de clorofluorocarburi (CFC), care au fost cândva utilizate pe scară largă în refrigerare, aer condiționat și alte aplicații industriale. Utilizarea CFC-urilor a fost eliminată treptat în multe țări după descoperirea găurii de ozon din Antarctida în anii 80 ai secolului trecut, care a fost cauzată de reducerea stratului de ozon din cauza eliberării de CFC-uri în atmosferă.

CFC-urile au o durată de viață atmosferică lungă și sunt foarte stabile, ceea ce le permite să ajungă în straturile superioare ale atmosferei, unde se descompun în prezența radiațiilor solare ultraviolete. Descompunerea CFC-urilor eliberează atomi de clor, care reacționează cu moleculele de ozon (O_3), descompunându-le în molecule de oxigen (O_2). Acest lucru reduce concentrația de ozon din atmosferă, ceea ce poate avea efecte negative asupra sănătății umane și a mediului.

Reducerea stratului de ozon poate duce la creșterea nivelului de radiații ultraviolete (UV) care ajung la suprafața Pământului, ceea ce poate provoca cancer de piele, cataractă și alte probleme de sănătate la oameni și animale. De asemenea, poate duce la reducerea randamentului culturilor și la deteriorarea ecosistemelor marine.

Eforturile de combatere a epuizării stratului de ozon au avut succes prin reducerea utilizării CFC și a altor substanțe care epuizează stratul de ozon. Protocolul de la Montreal, un acord internațional semnat în anul 1987, a contribuit la eliminarea treptată a producției și consumului de CFC și a altor substanțe care epuizează stratul de ozon. Ca urmare a acestor eforturi, se așteaptă ca stratul de ozon să se refacă în următoarele decenii.

2.7 Poluarea cu particule solide

Poluarea cu particule solide fine, cunoscută și cu abrevierea PM, se referă la particule microscopice care sunt în suspensie în aer. Aceste particule pot proveni dintr-o varietate de surse, inclusiv procese de combustie, activități industriale și surse naturale, cum ar fi praful și incendiile de vegetație.

Expunerea la pulberi în suspensie poate avea un impact negativ asupra sănătății umane, în special asupra sistemelor respirator și cardiovascular. Particulele care sunt suficient de mici pentru a fi inhalate pot pătrunde adânc în plămâni și chiar intra în fluxul sanguin, ceea ce duce la inflamații și deteriorarea plămânilor și a altor organe.

Pe lângă efectele sale asupra sănătății umane, poluarea cu particule în suspensie poate avea, de asemenea, efecte asupra mediului. Particulele pot reduce vizibilitatea, iar nivelurile ridicate de particule pot coduce la smog și ceață. De asemenea, particulele se pot depune pe suprafețe și pot contribui la coroziunea clădirilor, a monumentelor și a altor construcții.

Poluarea cu particule poate contribui, de asemenea, la schimbările climatice. Unele particule, cum ar fi carbonul, absorb căldura și pot contribui la încălzirea atmosferei. Alte particule, cum ar fi sulfații, reflectă lumina solară și pot avea un efect de răcire. Efectul net al pulberilor în suspensie asupra schimbărilor climatice este complex și depinde de tipul și cantitatea de particule prezente.

Reducerea poluării cu particule necesită măsuri precum îmbunătățirea standardelor de emisii pentru vehicule și instalații industriale, utilizarea de combustibili mai puțin poluanți și punerea în aplicare a tehnologiilor de reducere a emisiilor din surse precum centralele electrice și șantierele de construcții. Aceste măsuri pot contribui la reducerea impactului negativ al poluării cu particule în suspensie asupra sănătății umane, a mediului și a schimbărilor climatice.

2.8 Poluarea cu metale

Poluarea cu metale se referă la eliberarea de compuși metalici în mediul înconjurător, care poate avea un impact negativ asupra sănătății umane și a mediului. Metale precum plumbul, mercurul, cadmiul, arsenul și cromul sunt deosebit de periculoase, deoarece sunt toxice chiar și în concentrații mici.

Poluarea cu metale poate apărea în mod natural, cum ar fi intemperiile și eroziunea, iar activitățile umane, cum ar fi mineritul, producția industrială și arderea combustibililor fosili, pot, de asemenea, elibera cantități mari de metale în mediu. Metalele se pot acumula în sol, apă și aer și pot intra în lanțul alimentar prin intermediul plantelor și animalelor.

Expunerea la poluarea cu metale poate duce la o serie de efecte nocive asupra sănătății, în funcție de tipul și cantitatea de metal. Plumbul, de exemplu, poate provoca întârzieri în dezvoltare, leziuni neurologice și alte probleme de sănătate, în special la copii. Mercurul poate afecta creierul și sistemul nervos, în timp ce cadmiul poate duce la afectarea rinichilor și la cancer. Arsenul poate provoca leziuni ale pielii, probleme respiratorii și cancer.

Poluarea cu metale poate avea, de asemenea, un impact negativ asupra mediului. Metalele se pot acumula în soluri și bazinele de apă, unde pot fi dăunătoare pentru plante și animale. În mediile

acvatice, poluarea cu metale poate duce la moartea peștilor și a altor organisme acvatice. Metalele pot contribui, de asemenea, la ploile acide, care pot afecta pădurile, culturile și alte tipuri de vegetație.

Reducerea poluării cu metale necesită măsuri precum îmbunătățirea practicilor de gestionare a deșeurilor, punerea în aplicare a reglementărilor privind producția industrială și reducerea utilizării metalelor în produsele de consum. Eforturile de reducere a poluării cu metale pot contribui la protejarea sănătății umane și a mediului și vor sprijini, de asemenea, dezvoltarea durabilă prin reducerea impactului ecologic al activităților industriale.

2.9 Cei mai răspândiți poluanți

Poluanții sunt substanțele care pot avea efecte nocive asupra sănătății umane și asupra mediului. Există diverse tipuri de poluanți din punct de vedere chimic, iar unii sunt considerați mai dăunători decât alții, cum ar fi:

Plumbul: Plumbul este un metal toxic care poate avea efecte nocive asupra creierului și sistemului nervos, în special la copii. Plumbul poate fi depistat în vopsea, benzină și alte surse.

Mercur: Mercurul este un metal toxic care poate avea efecte nocive asupra creierului și sistemului nervos, în special la fetușii în curs de dezvoltare și la copiii mici. Mercurul poate fi depistat în pește și fructe de mare etc.

Pesticide: Pesticidele sunt substanțe chimice utilizate pentru a nimici dăunătorii, cum ar fi insectele, buruienile și ciupercile. Unele pesticide pot fi dăunătoare pentru oameni și animale, în special dacă nu sunt utilizate corespunzător sau dacă se acumulează cu timpul în mediul ambiant.

Bifenili policlorurați (PCB): PCB-urile sunt substanțele chimice care au fost utilizate într-o varietate de aplicații industriale, inclusiv în echipamente electrice și lichide hidraulice. PCB-urile sunt toxice și pot avea efecte nocive asupra sănătății umane și a mediului.

Dioxine: Dioxinele sunt un grup de substanțe chimice create ca subproduse ale proceselor industriale, cum ar fi incinerarea deșeurilor și albirea hârtiei. Dioxinele sunt toxice și pot avea efecte nocive asupra sănătății umane și a mediului.

Compuși organici volatili (VOC): VOC sunt substanțe chimice emise de o varietate de surse, inclusiv vopsele, solvenți și produse de curățare. VOC pot contribui la formarea smogului și pot avea efecte nocive asupra sănătății umane.

În general, poluanții chimici pot avea un impact semnificativ asupra sănătății umane și a mediului, fiind necesare eforturi conjugate pentru a reduce utilizarea și impactul acestora. Reglementările și politicile care limitează utilizarea substanțelor chimice nocive, precum și eforturile de promovare a practicilor durabile și a compușilor chimici alternativi pot contribui la reducerea impactului poluanților de acest tip.

2.10 Efectele schimbărilor climatice

Schimbările climatice se referă la modificările pe termen lung ale climei Pământului, inclusiv creșterea temperaturilor globale, modificări ale cantităților de precipitații și evenimente meteorologice extreme mai frecvente, cum ar fi seceta și inundațiile. Efectele schimbărilor climatice sunt larg răspândite și pot avea un impact semnificativ asupra societăților umane, ecosistemelor și economiilor statelor lumii. Vom enumera doar câteva din principalele efecte ale schimbărilor climatice:

Creșterea nivelului mării: Pe măsură ce temperaturile globale cresc, ghețarii și calotele de gheață se topesc, ceea ce duce la creșterea nivelului mării. Acest lucru poate duce la inundarea zonelor cu altitudine joasă, la eroziunea coastelor mărilor și la pătrunderea apei sărate în resursele de apă potabilă.

Creșterea frecvenței și intensității evenimentelor meteorologice extreme: Schimbările climatice coduc la secetă, inundații și furtuni mai frecvente și mai intense, care pot provoca daune infrastructurii, locuințelor și culturilor agricole, precum și pierderi de vieți omenești.

Modificări ale cantităților de precipitații: Schimbările climatice pot modifica cantitățile de precipitații, ceea ce duce la secete mai frecvente și mai severe în unele regiuni geografice și la inundații mai frecvente și mai severe în altele. Acest lucru poate avea un impact semnificativ asupra agriculturii, a resurselor de apă și a sănătății umane.

Modificări ale ecosistemelor: Schimbările climatice pot contribui la modificări ale ecosistemelor, inclusiv modificări ale distribuției speciilor de plante și animale, modificări ale calendarului evenimentelor sezoniere, cum ar fi migrația și reproducerea, precum și modificări ale lanțurilor alimentare. Acest lucru poate avea efecte în cascadă asupra ecosistemelor și a serviciilor pe care acestea le furnizează, cum ar fi polenizarea și stocarea carbonului.

Impactul asupra sănătății umane: Schimbările climatice pot avea un impact semnificativ asupra sănătății umane, inclusiv o incidență crescută a bolilor dependente de cantitatea căldură, a bolilor respiratorii și a bolilor cauzate de paraziți, cum ar fi malaria și febra Dengue.

Impactul economic: Schimbările climatice pot avea un impact economic semnificativ, inclusiv deteriorarea infrastructurii, pierderea recoltelor și scăderea productivității în ramuri-cheie precum agricultura și pescuitul.

În general, efectele schimbărilor climatice sunt semnificative și răspândite, de aceea sunt necesare acțiuni concrete pentru atenuarea acestor efecte și adaptarea la ele. Eforturile de reducere a emisiilor de gaze cu efect de seră, de creștere a rezilienței la schimbările climatice și de promovare a dezvoltării durabile pot contribui la micșorarea impactului schimbărilor climatice și la crearea unui viitor durabil.

MODULUL ECONOMICO-MANAGERIAL

3 ARGUMENTAREA ECONOMICĂ ȘI MANAGERIALĂ A EFICIENȚEI REALIZĂRII PROIECTULUI DE INOVARE ȘI TRANSFER TEHNOLOGIC *eALERT* (M.Jalencu)

Proiectul *„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, este un proiect de inovare și transfer tehnologic. Acest proiect este finanțat de *Agenția Națională pentru Cercetare și Dezvoltare (ANCD)* și *Compania „PRIDE SYSTEM” SRL.*

Valoarea totală a proiectului *eALERT* este de 1600000 lei MD, dintre care 800000 lei reprezintă alocații de la Bugetul de stat, realizate prin intermediul ANCD și 800000 lei – cofinanțare din partea Companiei „PRIDE SYSTEM” SRL.

3.1 Activitatea de inovare și transfer tehnologic

În cadrul triunghiului cunoașterii – *„educație–cercetare–inovare”* – se reliefează deosebita importanță a inovării – această interfaţă dintre cercetarea ştiinţifică, activităţile de creare a noilor produse şi servicii şi implementarea lor în practica economică şi socială. Veriga implementării, a *transferului tehnologic* din cadrul lanţului inovaţional, care începe de la ideea generate de către cercetător / inventator şi, care se finalizează cu materializarea acesteia în produse / servicii comercializate pe piața de desfacere[19]. În Legea Republicii Moldova *“Cu privire la întreprinderile*

[19] Paladi, F., Bulimaga, T., Jalencu, M., Gorceag, L., Spînu, L., Savva, M., Creţu, R., Țurcanu, C., Manolescu, I. Ghidul cercetătorului, Universitatea de Stat din Moldova, Institutul de Cercetare și Inovare, Proiectul bilateral RO-MD “Instrumente manageriale şi informaţionale pentru stimularea cercetării în universităţi”, Chișinău: CEP USM, 2018. p.46, http://usm.md/wp-content/uploads/Ghidul-Cercetatorului_2019.pdf

mici şi mijlocii", activitatea inovaţională este definită ca fiind activitatea desfășurată în scopul îmbunătăţirii sau creării de noi produse, tehnologii, procese sau servicii care corespund necesităţilor practice şi cerinţelor pieţei[20].

Activitatea de inovare şi de transfer tehnologic este un proces de transformare a rezultatelor cercetărilor ştiinţifice, ale elaborărilor practice şi/sau ale altor realizări tehnico-ştiinţifice finalizate (precum şi ale cercetărilor ştiinţifice şi elaborărilor ce ţin de acestea) în cunoştinţe ştiinţifice noi, în produse, servicii, procese, noi sau perfecţionate, care corespund necesităţilor practice şi cerinţelor pieţei şi care sunt supuse procesului de transfer tehnologic şi de comercializare.

Transferul tehnologic reprezintă procesul care desemnează transferul formal către industrie al descoperirilor rezultând din cercetarea universitară sau privată, în scopul comercializării sub forma de noi produse şi/sau servicii. În această ordine de idei, transferul tehnologic este procesul prin care noi tehnologii şi noi cunoştinţe generate în laboratoare de cercetare, inclusiv universitare, sunt dezvoltate suplimentar şi materializate comercial de către sectorul privat intern şi sunt aplicate acolo unde este oportun[21].

Transferul tehnologic reprezintă introducerea în circuitul economic a tehnologiilor şi utilajelor specifice, a echipamentelor şi instalaţiilor, a hibrizilor, soiurilor, raselor, stamelor, preparatelor rezultate din cercetare sau achiziţionate, în vederea sporirii eficienţei şi calităţii unor produse, servicii, procese sau obţinerii altora, noi, care sunt cerute pe piaţă sau prin care se adoptă un comportament inovativ, inclusiv activitatea de diseminare a informaţiei, de explicare, de transmitere a cunoştinţelor, de consultanţă, realizându-se trecerea unei idei sau tehnologii de la autor la beneficiar.

---

[20] Legea Republicii Moldova "Cu privire la întreprinderile mici şi mijlocii", nr. 179 din 21.07.2016.

[21] Jalencu, M., Niculiță, A., Paladi, F. (coord.), Bulimaga, T., Balmuș-Andone, M., Rugină-Matran, V., Sistemul inovativ al universității: intraprenoriatul mediului universitar (pe exemplul Universității de Stat din Moldova), Chișinău, CEP USM, 2015. p.47.

Transferul tehnologic este procesul prin care cunoştinţe, facilităţi sau capacităţi existente, finanţate din fonduri publice de cercetare-dezvoltare, sunt folosite în scopul satisfacerii unor necesităţi publice şi private. Cele mai semnificative metode de transfer tehnologic, care stau la dispoziţia cercetătorilor științifici spre a fi utilizate, sunt - asistenţa tehnică în scopul soluţionării diverselor probleme legate de tehnologie, licenţierea brevetelor, parteneriate în educaţie, acorduri de cercetare şi de cooperare, granturi, formarea de consorţii şi alianţe.

În *"Codul cu privire la știință și inovare al Republicii Moldova", transferul tehnologic* este definit drept un proces de punere în aplicare, în cadrul unor proiecte, a rezultatelor inovării în scopul obținerii produselor și serviciilor noi, sporirii performanțelor, precum și în scopul îmbunătățirii eficienței acestora[22].

Managementul transferului tehnologic este necesar a fi abordat *sistemic* şi *sistematic,* în baza următorului *algoritm managerial*:

1. *Identificarea domeniilor tehnologice critice,* prin: - identificarea oportunităţilor pentru dezvoltarea produselor/proceselor existente; - stabilirea domeniilor critice pentru viitor, prin prognoză tehnologică.

2. *Identificarea modalităţilor de acces la expertiza tehnologică*: în interiorul firmei, în alte întreprinderi, cu suportul organizaţiilor de consultanţă, în universităţi etc.

3. *Acţiuni strategice*, de exemplu fuziunea cu altă companie, parteneriat sau joint-venture, achiziţia de tehnologii prin licenţă sau importuri de componente etc.

4. *Acţiuni operaţionale,* cum ar fi: dezvoltarea unei noi expertize, dezvoltarea reţelelor academice, căutarea de informaţii şi surse de informaţii etc.

---

[22] *Codul cu privire la ştiinţă şi inovare al Republicii Moldova,* nr. 259-XV din 15.07.2004; data intrării în vigoare 30.07.2004.

În vederea derulării eficiente a procesului de inovare și transfer tehnologic se impune dezvoltarea *infrastructurii de inovare*. Aceasta este constituită dintr-o totalitate de component, cum ar fi - *cercetători şi institute de cercetări științifice / universităţi, manageri sau companii, organizaţii de intermediere / consultanță – oficii sau centre de inovare și transfer tehnologic, incubatoare de inovare, parcuri științifico-tehnologice, agenţii de cercetare și dezvoltare etc.*

În legislația Republicii Moldova (Legea Republicii Moldova *"Cu privire la întreprinderile mici şi mijlocii"*), această infrastructură de inovare este denumită *infrastructură de suport*, fiind definită drept ansamblu de organizaţii şi de instituţii specializate în difuzarea, transferul şi valorificarea în economie a rezultatelor de cercetare-dezvoltare, ansamblu de servicii şi de proiecte oferite de acestea, precum şi totalitatea parcurilor ştiinţifico-tehnologice şi/sau industriale, centrelor de transfer tehnologic, incubatoarelor de afaceri, grupurilor/clusterelor, şcolilor de business, centrelor de informare şi consultanță, laboratoarelor de cercetare, zonelor economice libere[23].

În prezent identificarea unei eficiente infrastructuri de inovare este asemuită cu crearea unui *ecosistem de inovare*. Ecosistemul de inovare trebuie constituit, dar și asigurată buna funcționare a acestuia. Pentru ca ecosistemul de inovare să fie unul funcțional și viabil este necesar ca organizațiile din domeniul cercetării și inovării care îl formează să fie suficient de diverse după tipul lor, dar și dezvoltate / eficiente din punct de vedere al activităților derulate.

Un *ecosistem de inovare autohton* suficient de dezvoltat trebuie să fie constituit din următoarele tipuri de *organizații de inovare și transfer tehnologic*:

- Centre / Institute de cercetări științifice, inclusiv Universitățile
- Oficii de Transfer Tehnologic (OTT)

[23] Legea Republicii Moldova *"Cu privire la întreprinderile mici şi mijlocii",* nr. 179 din 21.07.2016.

- Incubatoare de inovare
- Parcuri științifico-tehnologice (Tehnoparcuri)
- Start-up-uri și Spin-off-uri
- Firme inovative (IMM-uri și corporații)
- Clustere inovative
- Agenția Națională pentru Cercetare și Dezvoltare a Republicii Moldova (ANCD) (https://ancd.gov.md/ro)
- Organizația pentru Dezvoltarea Antreprenoriatului (ODA) (https://www.oda.md/ro/)
- Agenția de Stat pentru Proprietatea Intelectuală (AGEPI) (https://www.agepi.gov.md/)

Centrele / Institutele de cercetări științifice, inclusiv *Universitățile* reprezintă un semnificativ tip de *organizații de inovare și transfer tehnologic*. Menționăm că eforturile universităţilor moderne este de a stimula cercetarea, inovarea și transferul tehnologic. În scopul stimulării cercetării, inovării și transferului tehnologic, în cadrul universităţilor, sunt întreprinse eforturi (organizatorice şi manageriale etc.) de a crea laboratoare de cercetare ştiinţifică pentru cercetători, laboratoare ce sunt certificate atât la nivel naţional, cât şi internațional, precum și diferite entităţi organizaţionale, focusate pe promovarea transferului tehnologic. Lista organizațiilor de cercetare științifică acreditate în Republica Moldova este prezentată pe site-ul Agenției Naționale pentru Cercetare și Dezvoltare (ANCD) - https://ancd.gov.md/ro/content/organiza%C8%9Bii-de-cercetare.

Oficii de Transfer Tehnologic (OTT). Principalul obiectiv al acestora rezidă în oferirea de servicii și facilităţi tehnologice competente, satisfacerea unor nevoi ale diverselor industrii, cum ar fi: susținerea noilor idei / afaceri inovative la primele etape ale dezvoltării, precum și a organizațiilor din domeniul cercetării și inovării în organizarea și derularea eficientă a procesului de inovare și transfer

tehnologic; creşterea nivelului de informare şi facilitarea atragerii de noi parteneri în procesul de transfer de tehnologie şi inovare, protecția proprietății intelectuale etc.

Incubatorul de inovare reprezintă un spațiu, în cadrul căruia sunt concentrate noile *firme inovative*, inclusiv *start-up-uri* și *spin-off-uri*, cu scopul de a crea condiții optime pentru dezvoltarea și materializarea ideilor inovative, oferindu-le susținere de infrastructură și servicii de consultanță în condiții facilitare.

În Legea Republicii Moldova *"Cu privire la parcurile ştiinţifico-tehnologice şi incubatoarele de inovare", un incubator de inovare* este definit drept o organizaţie din domeniul inovării constituită în baza unui contract de asociere între persoane juridice şi persoane fizice, destinată dezvoltării potenţialului de elaborare şi implementare a inovaţiilor de către întreprinderile mici şi mijlocii, precum şi al cercetătorilor şi inventatorilor particulari a căror activitate se desfăşoară în regim de facilităţi oferite de stat[24].

Parcul ştiinţifico-tehnologic reprezintă o formă de organizare a activităţilor de inovare şi/sau transfer tehnologic ce au loc într-un regim de facilităţi oferite de stat, în care pot fi antrenate organizaţii din sfera cercetare, dezvoltare, inovare şi transfer tehnologic, cu participarea instituţiilor de învăţământ superior, a agenţilor economici indiferent de forma lor juridică de organizare, precum şi a persoanelor fizice al căror scop este elaborarea şi/sau fabricarea unor produse inovaţionale, elaborarea şi însuşirea în practică a tehnologiilor şi serviciilor noi sau modernizate mai performante în comparaţie cu cele utilizate în ţară anterior[24].

Spin-off-urile. O altă formă organizatorică de promovare a transferului tehnologic, intens utilizată în prezent, sunt spin-off-urile. Un spin-off este o nouă organizaţie sau entitate formată prin

[24] Legea *cu privire la parcurile ştiinţifico-tehnologice şi incubatoarele de inovare* nr.226 din 01.11.2018; data intrării în vigoare 07.09.2019.

desprindere din una mai mare, de exemplu o nouă companie formată dintr-un grup de cercetare din universitate sau dintr-un incubator de afaceri / incubator de inovare, care se bazează pe descoperirile unor membri ai grupului de cercetare.

Business angels – persoane fizice și juridice care investesc propriul capital în dezvoltarea unei afaceri, având ca scop achiziționarea sau subscrierea de acțiuni sau de părți ale capitalului social al întreprinderii asistate[25].

Crowdfunding – mod de finanțare a unor proiecte folosind resurse on-line (forumuri, platforme de socializare etc.), care substituie sistemul clasic de donație cu o metodologie de tip recompensă. Inițiatorii proiectului lansat creează o rețea ai cărei membri oferă bani în schimbul serviciilor sau produselor generate de proiect[26].

Cluster – asociere de întreprinderi interconectate, amplasate în apropiere geografică, de regulă aparţinînd unui domeniu sau unor domenii conexe, precum şi de instituţii de cercetare ştiinţifică, universităţi şi alte organizaţii al căror scop comun constă în valorificarea rezultatelor activităţii de cercetare-dezvoltare, inovare şi de transfer tehnologic, însuşirea şi aprofundarea cunoştinţelor în domeniile vizate[26].

Universitatea de Stat din Moldova (USM) reprezintă un redutabil centru educațional și de inovare-cercetare; USM având o dezvoltată capacitate instituțională de cercetare științifică https://cercetare.usm.md/. Activitatea de cercetare științifică se desfășoară la USM în cadrul *institutelor de cercetări științifice, centrelor de excelență în cercetare, laboratoarelor de cercetări*

[25] Legea Republicii Moldova *"Cu privire la întreprinderile mici şi mijlocii",* nr. 179 din 21.07.2016.
[26] Legea Republicii Moldova *"Cu privire la întreprinderile mici şi mijlocii",* nr. 179 din 21.07.2016.

științifice (LCȘ), departamentelor universitare și cuprinde o arie vastă de direcții de cercetare științifică[27].

La moment, anume dezvoltării componentei de transfer tehnologic necesită să i se atragă o deosebită atenție. În acest sens, *"Strategia de cercetare și inovare la Universitatea de Stat din Moldova"* pentru perioada 2015-2020[28], precum și *"Strategia Cercetării-Dezvoltării-Inovării a Universității de Stat din Moldova"* pentru perioada 2022-2026[29] au determinate drept obiectiv strategic dezvoltarea activităților de inovare și transfer tehnologic. Întru realizarea acestui obiectiv, în cadrul USM este creată infrastructura inovațională, constituită din:

- *Incubatorul de inovare Inventica-USM*, care a fost constituit în anul 2012 în urma derulării proiectului *„Organizarea şi funcţionarea Incubatorului de Inovare „Inventica-USM", crearea şi dezvoltarea infrastructurii acestuia"*, finanţat de către Agenţia pentru Inovare şi Transfer Tehnologic (AITT). Acesta a fost creat în baza Acordului de parteneriat între Guvern şi Academia de Ştiinţe a Moldovei (AŞM), fiind gestionat de către Administrator – Universitatea de Stat din Moldova (USM). Incubatorul a demarat activează în baza Hotărârii Consiliului Suprem pentru Ştiinţă şi Dezvoltare Tehnologică Nr. 57 din 24 martie 2011, "Codul cu privire la ştiinţă şi inovare al Republicii Moldova"[30].

---

[27] Paladi, F., Bulimaga, T., Jalencu, M., Gorceag, L., Spînu, L., Savva, M., Creţu, R., Țurcanu, C., Manolescu, I. *Ghidul cercetătorului,* Universitatea de Stat din Moldova, Institutul de Cercetare și Inovare, Proiectul bilateral RO-MD "Instrumente manageriale şi informaţionale pentru stimularea cercetării în universităţi", Chișinău: CEP USM, 2018. p.25. http://usm.md/wp-content/uploads/Ghidul-Cercetatorului_2019.pdf

[28] *"Strategia de cercetare și inovare la Universitatea de Stat din Moldova"* pentru perioada 2015-2020, https://usm.md/wp-content/uploads/2010/09/Strategia-de-cercetare-%C8%99i-inovare-la-Universitatea-de-Stat-din-Moldova-pentru-perioada-2015%E2%80%932020.pdf

[29] *"Strategia Cercetării-Dezvoltării-Inovării a Universității de Stat din Moldova"* pentru perioada 2022-2026, https://cercetare.usm.md/wp-content/uploads/Strategia.pdf

[30] Paladi, F., Bulimaga, T., Jalencu, M., Gorceag, L., Spînu, L., Savva, M., Creţu, R., Țurcanu, C., Manolescu, I. *Ghidul cercetătorului,* Universitatea de Stat din Moldova, Institutul de Cercetare și Inovare, Proiectul bilateral RO-MD

Menționăm că Incubatorul de inovare „Inventica-USM” este unul dintre cele opt incubatoare de inovare ce activează în Republica Moldova, marea majoritate dintre care sunt incubatoare de inovare universitare https://ancd.gov.md/ro/content/parcuri-%C8%99i-incubatoare.

- *Oficiul de Transfer Tehnologic (OTT) al USM*, care a fost constituit în anul 2016. Acesta a fost fondat cu suportul Comisiei Europene în cadrul Proiectului TEMPUS *„Rețeaua de Transfer Tehnologic – TecTNet”,* obiectivul principal al proiectului fiind consolidarea capacităților instituționale ale universităților din Republica Moldova în ceea ce privește transferul de cunoștințe și tehnologii, managementul inovațiilor și proprietatea intelectuală. Oficiul de Transfer Tehnologic are rolul de a sprijini departamentele academice, laboratoarele de cercetare ştiinţifică şi universitatea, în general, în toate problemele care implică inovarea, transferal tehnologic și proprietatea intelectuală [9].

De asemenea, Senatul USM a aprobat mai multe acte normative care promovează inovarea și transferul tehnologic la USM, cum ar fi:

- *“Regulamentul cu privire la proiectele de transfer tehnologic la Universitatea de Stat din Moldova”* (2017)[31];

- *“Regulamentul de funcţionare a Oficiului de Transfer Tehnologic al Universitaţii de Stat din Moldova”* (2016)[32];

“Instrumente manageriale şi informaţionale pentru stimularea cercetării în universităţi”, Chișinău: CEP USM, 2018. p. 49. http://usm.md/wp-content/uploads/Ghidul-Cercetatorului_2019.pdf

[31] *“Regulamentul cu privire la proiectele de transfer tehnologic la Universitatea de Stat din Moldova”,* https://usm.md/wp-content/uploads/Regulament_PTT.pdf

[32] *“Regulamentul de funcţionare a Oficiului de Transfer Tehnologic al Universitaţii de Stat din Moldova”,* https://usm.md/wp-content/uploads/Regulament_OTT.pdf

- "*Politica instituţională de proprietate intelectuală şi transfer tehnologic a Universităţii de Stat din Moldova"* (2016)[33];

- *"Regulamentul instituţional cu privire la stimularea performanţei în cercetare"* (2016), care stipulează explicit susținerea cercetărilor științifice, a lucrărilor de inovare și transfer tehnologic[34].

Există o mare diversitate de modalități *de organizare și promovare a transferului de tehnologie şi de cunoştinţe de la universităţi către industrie*. Printre acestea am menționa - conferinţele, seminariile şi întâlnirile între cercetătorii / antreprenorii inovativi implicaţi într-un domeniu specific de cercetare. În plus, transferul de tehnologie poate lua forma unor cooperări pe termen lung şi directe între universităţi şi industrie, prin consultanţe plătite, programe de asistenţă tehnică, cercetări de excelenţă în colaborare, asociaţii în participaţiune şi brevete etc. Publicarea rezultatelor cercetării în reviste științifice este unul dintre modurile principale prin care rezultatele cercetării sunt difuzate cercetătorilor din sectoarele public şi privat, inclusiv universităţi şi centre de cercetare.

În cadrul ecosistemului inovativ al USM sunt utilizate pe parcursul anilor următoarele forme de organizare / derulare și promovare a activităților de cercetare – inovare și transfer tehnologic: concursul *Târgul start-up-urilor „Cele mai bune idei inovative"*; evenimente de tip *Hackathon*; *Bootcamp „Şcoala interactivă a tânărului antreprenor inovativ", Multiplier event "Idei de afaceri inovative de succes" etc*[35].

---

[33] "*Politica instituţională de proprietate intelectuală şi transfer tehnologic a Universităţii de Stat din Moldova",* https://usm.md/?page_id=459

[34] *"Regulamentul instituţional cu privire la stimularea performanţei în cercetare",* https://usm.md/wp-content/uploads/Regulament_performanta_cercetare.pdf

[35] Fleacă, E., Jalencu, M., Bulimaga, T. *Proiectul Erasmus+ ReSTART: rezultate și impact*. În „Paradigme moderne în dezvoltarea economiei naționale și mondiale", Conferinţa Ştiinţifică Naţională cu Participare Internatională, 29-30 Octombrie 2021, Chișinău: CEP USM, 2021. – p.348-353.

3.2 Proiecte de inovare și transfer tehnologic

Proiectul inovațional reprezintă o eficace modalitate de realizare / derulare și promovare / dezvoltare a inovațiilor pentru identificarea, dezvoltarea și materializarea unei inovații. Proiectul inovațional este definit ca un set de programe aflate în interdependență, axate pe realizarea efectivă a unui obiectiv specific inovației, identificat și adoptat în funcție de gradul de disponibilitate de resurse, timp, personal, tehnologii, etc.

Proiectele inovaționale, de regulă, sunt caracterizate printr-un înalt grad de incertitudine la toate etapele de realizare / implementare. Acestea nu sunt imune la apariţia în orice moment a unei ştiri / informații mai promiţătoare pentru piață. Chiar și acele proiecte care sunt trecute de etapa de introducere în producţie, în orice moment pot fi respinse de către clienți, iar activitatea respectivă poate fie sistată[36].

Managementul proiectelor inovaționale include un sistem de acțiuni interdependente, date scadente, resurse, inclusiv umane, etc., care creează premise pentru atingerea obiectivelor specifice inovației. În cadrul proiectului inovativ sunt identificate activităţile organizaționale, logistice, tehnologice, comerciale și de altă natură, care conduc la implementarea inovaţiilor.

Proiectele inovaționale sunt de două tipuri: *de cercetare* şi *de capital de risc (venture)*.

Proiectele de cercetare sunt generatoare de idei noi şi au ca scop soluționarea, sub aspect teoretic și practic, a problemelor de ordin socio-cultural, economic şi politic. Aceste proiecte se caracterizează printr-un grad avansat de risc şi un rezultat economic incert. Urmare a acestui specific, proiectele de cercetare, în cea mai mare parte, sunt finanţate din resursele statului.

---

[36] Badâr, I. (coord), Bucur, V., Bulimaga, T., Jalencu, M., Mogol, N., Novac, A., Stihi, L., Țiganaș, I. *Managementul proprietății intelectuale,* Chișinău: AGEPI, 2018. p.103.

Proiectele de capital de risc (venture) sunt asociate cu dezvoltarea şi punerea în aplicare a unui nou produs sau tehnologie; elaborarea şi implementarea proiectelor corporative. Astfel de proiecte sunt, de obicei, finanţate de către întreprinderile comerciale / companii şi organizaţiile interesate / stakeholderii în a participa în profit. Proiectele de capital de risc au de obicei o tentă avansată de modernizare, un caracter evident de dezvoltare și promovare.

Proiectul de inovare şi transfer tehnologic este un proiect care, prin realizarea activităţilor preconizate, prevede fabricarea de produse şi utilizarea unor servicii noi sau perfecţionate, competitive pe piaţă, prin implementarea tehnologiilor şi aplicarea proceselor noi, inclusiv ce rezultă din utilizarea obiectelor de proprietate intelectuală (brevete de invenţii, modele industriale, topografie a circuitelor integrate, know-how etc.)

În Legea Republicii Moldova "Cu privire la parcurile ştiinţifico-tehnologice şi incubatoarele de inovare" un *proiect de inovare şi transfer tehnologic* este definit drept un proiect din sfera ştiinţei şi inovării care conţine un complex de măsuri, interdependente prin executori, termene şi resurse, privind soluţionarea unei probleme (atingerea unui scop unic), destinate:

a) creării şi/sau asimilării de tehnologii şi/sau de noi tipuri de produse (lucrări, servicii), care să constituie rezultatul implementării unui obiect de proprietate intelectuală (brevet de invenţie, model industrial, topografie a circuitelor integrate, know-how etc.), pentru care producătorul trebuie să deţină documentele necesare (certificat, patent etc.) sau licenţă eliberată de titularul de drept al obiectului proprietăţii intelectuale, ori care să fie elaborate pentru prima dată în Republica Moldova şi/sau să fie mai competitive, să posede parametri tehnico-economici substanţial mai buni şi să ridice nivelul tehnico-ştiinţific şi tehnologic naţional;

b) îmbunătăţirii parametrilor tehnico-economici ai tehnologiilor aplicate şi/sau ai producţiei fabricate (lucrărilor executate, serviciilor prestate), care le-ar asigura competitivitate pe piaţa mondială[37].

Proiectul de inovare și transfer tehnologic este un proiect care include activități ce au ca scop crearea și implementarea inovațiilor și tehnologiilor noi, inclusiv prin transferul tehnologic, în scopul fabricării produselor competitive noi sau perfecționate, precum și în scopul utilizării unor procese, servicii și tehnologii progresive, în corespundere cu prioritățile și direcțiile strategice din "Programul național în domeniile cercetării și inovării pentru anii 2020-2023", aprobat prin Hotărârea Guvernului Republicii Moldova, nr. 381/2019[38].

Caracterul de modernizare a proiectului de inovare și transfer tehnologic prevede o îmbunătăţire a produsului întreprinderii, prin extinderea gamei de proprietăţi încorporate, dar menţinând în acelaşi timp tehnologia de fabricație a acestuia. *Caracterul de dezvoltare* a proiectului de inovare și transfer tehnologic este determinat de crearea unui nou produs, care este semnificativ diferit de cel vechi / existent, prin completarea acestuia cu noi atribute / caracteristici, utilizate anterior în alte tipuri de produse (servicii). *Caracterul avansat* al proiectului de inovare și transfer tehnologic implică soluționarea diverselor probleme, prin utilizarea soluţiilor tehnice, care nu au fost niciodată aplicate până la momentul respectiv. În realizarea proiectului de pionierat sunt utilizate materii prime și materiale, design şi tehnologii de fabricație care nu au mai existat până la respectivul moment, adică sunt cu adevărat noi.

---

[37] Legea *cu privire la parcurile ştiinţifico-tehnologice şi incubatoarele de inovare* nr.226 din 01.11.2018; data intrării în vigoare 07.09.2019.

[38] *„Programul național în domeniile cercetării și inovării pentru anii 2020-2023"*, aprobat prin Hotărârea Guvernului Republicii Moldova, nr. 381/2019

În procesul de implementare a unui proiect de inovare și transfer tehnologic se implică nu doar întreprinderile / companiile comerciale, dar și alte organizaţii interesate, cum ar fi: instituţiile financiare, ştiinţifice, sociale sau guvernamentale. Realizarea unui proiect de inovare și transfer tehnologic include următoarele etape: *formularea ideii; cercetarea de marketing şi dezvoltarea parametrilor scopului final al proiectului; analiza incertitudinii şi riscului; alegerea unei variante viabile a proiectului.*

Punctul de plecare este apariţia unei noi idei. Formarea ideilor inovative şi stabilirea scopului final al proiectului are loc în paralel cu cercetarea de marketing. La această etapă se analizează fezabilitatea economică a introducerii unui produs nou, estimarea valorii sale comerciale, studiul privind potențialii clienți (consumatori), impactul economic şi social al proiectului.

Apoi, se setează parametrii scopului final al proiectului inovativ, în baza cărora este determinat volumul de fabricație (activitate) planificat și ierarhizat, cronologic și după importanță, acțiunile necesare a fi derulate.

De asemenea, în procesul de gestiune a proiectelor de inovare și transfer tehnologic, trebuie luate în considerație posibilitatea de organizare a producţiei existente, a tehnicilor tradiţionale şi a tehnologiei, utilizarea activităţilor de cercetare şi dezvoltare deja existente, și dacă este necesar de planificat noi cercetări sau de achiziţionat noi licenţe, brevete şi alte drepturi asupra inovaţiilor create de alte organizaţii.

Deoarece, punerea în aplicare a proiectelor de inovare și transfer tehnologic sunt caracterizate pritr-un înalt grad de risc şi incertitudine, este necesar de asigurat că se iau în calcul diferite opţiuni pentru realizarea proiectului. Pentru fiecare dintre aceste opțiuni se întreprind activităţi, concepute în mod special pentru a asigura atingerea obiectivelor stabilite în termenii planificați. Cea mai bună

opţiune este selectată prin compararea performanţelor calculate a tuturor opţiunilor disponibile, luând în considerare probabilitatea de realizare a acestora.

Managementul unui proiect de inovare și transfer tehnologic diferă de administrarea unui proiect tradițional de investiţii, în special, prin faptul că impune necesitatea unei analize mult mai profunde de evaluare a riscurilor şi alegerea modalităților de reducere a acestora. În cazul reuşitei proiectului, are loc obținerea unui produs inovativ cu fabricarea acestuia şi lansarea pe piaţa de desfacere, comercializarea și obținerea profitului.

Eficacitatea unui proiect de inovare și transfer tehnologic este, de obicei, estimată în baza beneficiilor financiare, sociale şi de altă natură de care au parte părțile interesate în realizarea acestuia. Se disting diferite tipuri de eficiență generată de către un proiect inovațional - eficienţa comercială, la nivel de economie naţională etc.

Pentru a adopta o decizie de succes, în vederea determinării investiţiilor necesare realizării unui proiect de inovare și transfer tehnologic, este nevoie de o bună argumentare economică. Aceasta poate fi realizată prin intermediul elaborării unui plan de afaceri inovațional, care ar permite evaluarea şi justificarea proiectului de inovare și transfer tehnologic într-un mediu competitiv. Planul de afaceri inovațional trebuie să parcurgă următoarele etape: *studiu de piaţă privind necesitatea produsului; identificarea unui potenţial fabricant şi a unui potenţial distribuitor al produsului; cercetare; proiectare; realizarea prototipului; experimentare, omologare; transfer tehnologic*.

În Republica Moldova, gestionarea activităților de *Transfer Tehnologic* la nivel național este realizată de către *Agenția Națională pentru Cercetare și Dezvoltare a Republicii Moldova (ANCD)* prin organizarea și derularea *Concursului proiectelor de Transfer Tehnologic* *https://ancd.gov.md/ro/content/concursul-proiectelor-de-inovare-%C8%99i-transfer-tehnologic-pentru-anul-2022-0*.

Acest Concurs este conceput în corespundere cu prioritățile și direcțiile strategice din „Programul național în domeniile cercetării și inovării pentru anii 2020-2023”, aprobat prin Hotărârea Guvernului Republicii Moldova, nr. 381/2019.

La concurs pot participa organizațiile din domeniile cercetării și inovării, în parteneriat cu alte organizații din domeniile cercetării și inovării, inclusiv cu reprezentanții mediului de afaceri, societății civile, organizațiilor internaționale și partenerilor de dezvoltare ai Republicii Moldova în conformitate cu acordurile încheiate. Subiecții parteneriatului agreează în acordul de colaborare liderul proiectului responsabil pentru depunerea și implementarea acestuia în numele parteneriatului, condițiile de realizare a proiectului, drepturile asupra bunurilor achiziționate/obținute în proiect și obiectelor de proprietate intelectuală, condițiile de remunerare pentru utilizarea obiectelor de proprietate intelectuală (royalty), etc. Propunerile de proiecte de inovare și transfer tehnologic pot fi elaborate în următoarele priorități: *1. Sănătate; 2. Agricultură durabilă, securitate alimentară și siguranța alimentelor; 3. Mediu și schimbări climatice; 4. Provocări societale; 5. Competitivitate economică și tehnologii inovative*[39].

Valoarea totală al mijloacelor financiare alocate din Bugetul de Stat al Republicii Moldova pentru proiecte de Transfer Tehnologic pentru anul 2022 a fost de 8,0 milioane lei MD. Cuantumul maxim pentru un proiect nu poate depăși valoarea de 1.000.000 lei din bugetul de stat. Finanțarea de la bugetul de stat solicitată nu va depăși 50% din valoarea totală a proiectului. Durata de implementare a proiectului este de 12 luni.

Lista actelor din care constă propunerea de proiect de inovare și transfer tehnologic este următoarea:

[39] https://ancd.gov.md/ro/content/concursul-proiectelor-de-inovare-%C8%99i-transfer-tehnologic-pentru-anul-2022-0 - Concursul proiectelor de inovare și transfer tehnologic pentru anul 2022

1. Formularul-tip a propunerii de proiect

2. Declarația de confirmare a eligibilității potențialilor contractori în realizarea proiectului

3. Declarația de confirmare a eligibilității potențialilor cofinanțatori în realizarea proiectului

4. Copia actului de constituire sau statutului organizației aplicante

5. Acord de parteneriat

6. Copia brevetului/brevetelor (opțional)

7. Certificat sau extras din sistem privind lipsa sau existența restanțelor la bugetul public național

8. Bilanț contabil pentru anul precedent finalizat

Criteriile de expertiză a propunerilor de proiect de inovare și transfer tehnologic sunt:

- relevanța și excelența tehnico-științifică;

- impactul socio-economic potențial al proiectului corelat cu rezultatele scontate și rentabilitatea;

- programul de realizare a activităților în cadrul proiectului, termenele și costurile solicitate;

- componența echipei de cercetare.

3.3 Impactul socio-economic potențial al proiectului *eALERT* corelat cu rezultatele scontate și rentabilitatea

3.3.1 Efectul economic obținut în urma implementării proiectului *eALERT*

Implementarea proiectului eALERT va asigura obținerea unui substanțial efect economic, determinat, în primul rând, de rezultatele care vor fi generate de realizarea proiectului. Aceste rezultate se vor referi la: diminuarea poluării mediului ambiant în arealul de realizare a proiectului; ameliorarea sănătății populației, precum și minimizarea efectelor negative ale hazardurilor naturale și antropogene

periculoase. Toate acestea, în consecință, vor asigura maximizarea rezultatelor economice și sociale, adică de eficientizare a activității sistemului socio-economic din arealul municipiului Chișinău de implementare a proiectului. Corelat cu costurile destul de reduse necesare pentru realizarea obiectivelor proiectului și atingerea funcționalității serviciului *eALERT*, putem constata o eficiență economică foarte ridicată în urma implementării proiectului. De asemenea, la nivel de afacere generată în urma implementării proiectului, constatăm de asemenea o eficiență economică ridicata.

3.3.2 Potențialul de competitivitate a produselor, tehnologiilor și serviciilor care vor fi lansate pe piață în urma implementării proiectului *eALERT*, în comparație cu cele existente pe piață

Potențialul de competitivitate a serviciului obținut în urma lansării acestuia pe piață este foarte înalt. Această afirmație se bazează pe faptul că un asemenea serviciu nu există pe piața din Republica Moldova. Serviciul de monitorizarea a mediului, prognozare și avertizare a populației privind hazardurile naturale periculoase, în vederea reducerii impactului substanțelor chimice toxice asupra mediului și a sănătății populației este absolut inovativ pentru piața autohtonă. De asemenea, acest serviciu este inovativ și la nivel regional. Un asemenea serviciu se prefigurează a fi realizat în România, în special în municipiul Iași. Însă, din punct de vedere a componenților impurităților din atmosferă, care se preconizează a fi măsurate si monitorizate, a frecvențelor măsurărilor, precum și a parametrilor tehnologiei TIC care va sta la baza sistemului complex de monitorizare – serviciul *eALERT* propus de noi este absolut inovativ, performant și în afara concurenței atât pe piața autohtonă, cât și pe cea regională (România și Ucraina), cu posibilități de extindere pe aceste piețe.

3.3.3 Volumul estimativ al producției și al serviciilor bazat pe inovație care va fi comercializat pe piața internă și pe cea externă

Serviciul obținut în urma realizării proiectului se caracterizează printr-un potențial înalt de comercializare. Drept clienți ai proiectului se identifică a fi atât persoane fizice, cât și juridice – întreprinderi / companii. Pentru persoanele fizice, clienți ai produsului, se preconizează un preț lunar de prestare a serviciului egal cu 100 lei. Pentru clienții corporativi (firme / companii) – prețul unui abonament lunar la serviciul prestat va fi în valoare cuprinsă de la 2000÷6000 lei, în dependență de numărul de salariați / beneficiari conectați la serviciul prestat. În primul an de realizare a proiectului, accentul se va pune pe crearea și asigurarea funcționalității platformei *eALERT*. Însă, se planifică să fie început și procesul de comercializare a serviciului. Pentru primul an - 2022 de realizare a proiectului se planifică un volum de vânzări în valoare de până la 100 mii lei. Începând cu al doilea an accentul se va pune pe dezvoltarea procesului de comercializare a serviciului și asigurarea, concomitentă, a mentenației și dezvoltării platformei *eALERT*. În felul acesta, planificăm atingerea următoarelor volume de vânzări: anul 2023 – 1 mln. lei; anul 2024 – 1,4 mln. lei; anul 2025 – 1,8 mln. lei; anul 2026 – 2,2 mln. lei; anul 2027 – 2,6 mln. lei. Concomitent, se vor întreprinde acțiuni pentru prestarea serviciului și pe piețele externe, în special, în România, în baza punctelor forte a serviciului identificate.

3.3.4 Existența destinatarilor și a solicitanților produsului, tehnologiei, serviciului, confirmată prin comunicările lor

Ca destinatari / beneficiari ai serviciului preconizat de a fi obținut în cadrul proiectului sunt, în primul rând, așa organizații vital interesate într-un asemenea serviciu, cum ar fi – Primăria municipiului Chișinău (Direcția generala asistență socială și sănătate), Serviciul Hidrometeorologic de Stat din Republica Moldova, Inspectoratul General pentru Situații de Urgență al Ministerului

Afacerilor Interne (Serviciul Protecției Civile și Situațiilor Excepționale, Direcția Salvatori și Pompieri), SMURD. Pe parcurs, odată cu dezvoltarea serviciului, acesta va putea fi extins și prestat pe teritoriul întregii țări (ca beneficiari fiind organizațiile de pe întreg teritoriul Republicii Moldova), precum și beneficiarii din țările vecine. De asemenea, pe parcursul dezvoltării proiectului, ca beneficiari / clienți ai serviciului preconizat, vor fi o multitudine de persoane juridice și fizice. Potențialii beneficiari ai serviciului enumerați sunt vital interesați în serviciul preconizat pentru a putea să atingă următoarele scopuri vitale: asigurarea sănătății populației; reducerea poluării mediului prin minimizarea impactului substanțelor chimice toxice și a activității antropogene; reducerea prin anticipare a situațiilor excepționale, prin monitorizarea mediului și avertizarea în regim de timp real a populației și localizarea sursei de poluare a mediului. O alta categorie distinctă și destul de semnificativa de beneficiari ai serviciului vor fi organizațiile din domeniul cercetării și inovării – institute de cercetări științifice, interesate in utilizarea respectivelor date în cadrul cercetărilor științifice și sporirea eficienței acestora. Printre acestea am menționa – Institutul de Ecologie și Geografie (Centrul de Cercetări în domeniul Ecologiei), Institutul de Chimie, institutele de cercetări științifice din domeniul agriculturii etc.

3.3.5 Termenul de recuperare a investițiilor necesare pentru implementarea proiectului *eALERT* și rentabilitatea

Durata calculată de recuperare a investițiilor necesare pentru implementarea proiectului este de 1 an, 7 luni și 25 de zile. Rentabilitatea investiției proiectului pe perioada de derulare va fi cuprinsă între 67% și 160 %. Aceste calcule sunt efectuate în baza investiției inițiale pentru realizarea proiectului egală cu 1,6 mln. lei. De asemenea, a venitului din vânzări planificat. Acesta se planifică de a atinge

următoarele valori pentru următorii 5 ani de la realizarea proiectului: anul 2023 – 1 mln. lei; anul 2024 – 1,4 mln. lei; anul 2025 – 1,8 mln. lei; anul 2026 – 2,2 mln. lei; anul 2027 – 2,6 mln. lei (Tabel 1).

Tabel 1 Durata de recuperare și rentabilitatea investiției proiectului.

Indicatori:	*Anul 2023*	*Anul 2024*	*Anul 2025*	*Anul 2026*	*Anul 2027*
Venitul din vânzări, lei	1000000	1400000	1800000	2200000	2600000
Costul vânzărilor, lei	600000	700000	800000	900000	1000000
Fluxul net de lichidități, lei	400000	700000	1000000	1300000	1600000
Eficiența economică a afacerii, %	166	200	225	244	260
Rentabilitatea investiției, %	67	100	125	144	160
Durata calculată de funcționare a investiției	6 ani				
Rata de actualizare	5%				
Durata de recuperare a investiției	*1 an, 7 luni și 25 zile*				

Dorim să menționăm, de asemenea, că în afară de *eficiența economică directă*, proiectul va asigura atingerea și unei *eficiențe economice indirecte*, adică de *natură socio-economică*. Aceste efect socio-economic va fi determinat de către contribuția adusă de rezultatele proiectului asupra *ameliorarea sănătății populației, precum și diminuarea poluării mediului ambiant in arealul de realizare a proiectului.* Toate acestea, în consecință, vor asigura maximizarea rezultatelor economice

și sociale, adică de eficientizare a activității întregului sistem socio-economic din arealul de implementare a proiectului.

3.3.6 Descrierea dimensiunii pieței și planului de marketing (analiza concurenților, furnizorilor și clienților, politica de preț pentru produs/serviciu)

Serviciul preconizat de a fi dezvoltat în rezultatul realizării proiectului va determina crearea unei piețe noi de prestare de servicii, cu perspectiva dezvoltării acesteia. La momentul actual, un asemenea serviciu nu există pe piața autohtonă, dar nici pe cea regională. În prezent, pe piața internă, Serviciul Hidrometeorologic de Stat din Republica Moldova oferă informații online privind avertizările meteorologice, hidrologice și de calitate a mediului, care însă măsoară nivelul de poluare a aerului, fără, însă, a prezenta informația cantitativă despre nivelul poluanților. Serviciul preconizat *eALERT* va măsura, monitoriza și furniza beneficiarilor în regim online așa parametri ca valorile concrete pentru suspensiile solide (cu specificarea tipului acestora: $PM_{2.5}$ sau PM_{10}), dioxid de sulf, sulfat solubil, monoxid de carbon, dioxid de azot, monoxid de azot, fenol și aldehidă formică etc. Mai mult ca atât, serviciul inovativ preconizat nu numai va măsura impurităților din mediu, dar și va informa și avertiza în regim de timp real potențialii beneficiari identificați privind situația concretă a calității mediului. Acest lucru va fi posibil datorită creării și asigurării funcționalității platformei *eALERT,* care va fi accesibilă fiecărui beneficiar potențial (inclusiv de la dispozitive mobile) și care va fi informat și avertizat în regim de timp real privind situația concretă a pericolelor de poluare a mediului. Sistemul *eALERT* va oferi un serviciu de alertă în regim de timp real cu un mesaj concret de avertizare a beneficiarilor (populației), determinând, în consecință, modernizarea întregului sistem național pentru situații excepționale de urgență. La prima etapă de lansare a serviciului pe piață și dezvoltare a acesteia, beneficiarii potențiali vor putea accesa platforma *eALERT* în regim de utilizatori și vor avea acces la

vizualizarea informațiilor oferite de sistem. Pe parcurs, în cazul abonării la sistemul *eALERT*, adică a devenirii ca clienți al ai acestuia, vor primi dreptul de acces în la sistem, cu dreptul de a extrage datele și informațiile din sistemul informațional *eALERT* și utilizarea acestora pentru necesitățile proprii. Anume această abordare va sta la baza politicii de dezvoltare a pieței de desfacere a serviciului, susținută și de politica de preț a serviciului, care va fi bazata pe trei principii – accesibilitate, loialitate și sustenabilitate.

3.3.7 Continuitatea activităților de implementare a proiectului *eALERT* pe plan național, internațional, inclusiv export

Proiectul propus are un potențial mare de dezvoltare a activităților, atât pe plan național și regional, cât și internațional (Europa și SUA), avându-i în calitate de parteneri pe colegi cu care deja desfășurăm activități comune de cercetare-dezvoltare de la Universitatea „Alexandru Ioan Cuza" din Iași, Università degli Studi del Sannio di Benevento din Italia și City University of New York din SUA (Tabel 2). Pe plan național, în baza faptului că este absolut inovativ, proiectul are un mare potențial de extindere atât sub aspect calitativ, cât și cantitativ. Fiind început în municipiul Chișinău, proiectul are în vizor dezvoltarea pe parcursul timpului a numărului de locații de măsurare (senzorilor utilizați) pe teritoriul municipiului Chișinău, ceea ce va determina mărirea calității serviciului prestat. De asemenea, serviciul propus va putea fi oferit / extins pe întreg teritoriul Republicii Moldova, în special în marele urbe ale țării – municipiile Bălți, Cahul, Ungheni etc., contribuind, în felul acesta, la satisfacerea stringentei nevoi economice și sociale la nivelul întregii țări. De asemenea, menționăm și potențialul major de extindere a activităților proiectului la nivel regional și internațional, în primul rând în România. În prezent, pe teritoriul municipiului Iași, de exemplu, în cadrul proiectului „Strop de aer" (https://iasi.aqi.eco/ro), este efectuată măsurarea poluanților în numai câteva locații (9 la număr), și anume a microparticulelor ($PM_{2.5}$, PM_{10}). Sistemul informațional *eALERT* dezvoltat de noi, însă, va

avea capacitatea de a măsura și microparticulele $PM_{1.0}$, dar și a dioxidului de sulf, sulfatului solubil, monoxidului de carbon, dioxidului de azot, monoxidului de azot, fenolului și aldehidei formice. Din acest considerent, serviciul dezvoltat în cadrul proiectului are avantaje concurențiale evidente față de similarul serviciu prestat in municipiul Iași și, ca consecința, poate fi exportat și oferit beneficiarilor și clienților și pe teritoriul României. Ca o premisă în plus pentru dezvoltarea și exportul respectivului serviciu pe teritoriul României servesc preocupările și colaborarea în cadrul proiectului cu colegii de la Universitatea „Alexandru Ioan Cuza" din Iași în ceea ce privește analiza chimică a probelor prelevate din atmosferă și determinarea surselor de poluanți.

Tabel 2 Organizații partenere în cadrul proiectului *eALERT* și după finalizarea acestuia.

Nr. d/o	*Denumirea organizației*	*Țara*	*Domeniile de colaborare*	*Rezultatele colaborării*
1.	Primăria Chișinău, Direcția generală asistență socială și sănătate	Republica Moldova	Pregătirea și perfecționarea personalului în utilizarea platformei *eALERT*	Personal instruit, acces la datele platformei *eALERT*
2.	Serviciul Hidrometeorologic de Stat din Republica Moldova	Republica Moldova	Pregătirea și perfecționarea personalului în utilizarea platformei *eALERT*	Personal instruit, acces la datele platformei *eALERT*
3.	Inspectoratul General pentru Situații de Urgență al Ministerului Afacerilor Interne	Republica Moldova	Pregătirea și perfecționarea personalului în utilizarea platformei *eALERT*	Personal instruit, acces la datele platformei *eALERT*
4.	City University of New York (CUNY) și Universitatea „Alexandru Ioan Cuza" din Iași (UAIC)	SUA, România	Analiza chimică a probelor prelevate din atmosferă	Determinarea surselor de poluanți, diseminarea rezultatelor proiectului
5.	Università degli Studi del Sannio di Benevento (Unisannio)	Italia	Metrologie și sisteme de măsurare de înaltă precizie	Calibrarea rețelei de senzori, diseminarea rezultatelor proiectului

3.3.8 Riscurile și modul lor de gestionare

Nu sunt riscuri previzibile în implementarea proiectului, dat fiind faptul că echipa de proiect este formată atât din cercetători consacrați și cu experiență în domeniu, cât și din cercetători tineri care deja activează în proiecte de cercetare. Totodată, la USM există și baza tehnico-materială necesară la moment pentru atingerea obiectivelor proiectului, precum și colaborarea cu cercetătorii din domeniu din țară și de peste hotare. Monitorizarea activităților în proiect și evaluarea rezultatelor planificate presupun și stabilirea indicatorilor de performanță în corespundere cu Metodologia respectivă aprobată de Senatul USM. Din punct de vedere economico-managerial, riscurile afacerii vor fi minimizate datorită parteneriatelor care vor fi stabilite și instituționalizate cu principalele organizații beneficiare a serviciului preconizat de a fi obținut în cadrul proiectului – Primăria municipiului Chișinău (Direcția generala asistență socială și sănătate), Serviciul Hidrometeorologic de Stat din Republica Moldova, Inspectoratul General pentru Situații de Urgență al Ministerului Afacerilor Interne (Serviciul Protecției Civile și Situațiilor Excepționale, Direcția Salvatori și Pompieri). Mai mult ca atât, riscurile de implementare a proiectului vor fi minimizate și datorită conlucrării cu organizațiile de performanță de peste hotare, ce au o bogată experiență și expertiză în domeniu - City University of New York (CUNY), SUA; Universitatea „Alexandru Ioan Cuza" din Iași (UAIC), România și Università degli Studi del Sannio di Benevento (Unisannio), Italia.

3.3.9 Rezultatele scontate de a fi obținute după implementarea proiectului *eALERT*

Va fi creată platforma *eALERT*: un sistem complex de monitorizare exactă în Chișinău a factorilor de mediu în regim de timp real prin tehnologii TIC moderne și orice tip de senzori, cu stocare, prelucrare și analiză a masivelor mari de date, precum și avertizare instantanee în cazul hazardurilor naturale și antropogene periculoase. Rețeaua de senzori va fi amplasată în locațiile de monitorizare

Centru, Telecentru, Botanica, Râșcani și Buiucani, iar infrastructura de comunicare va asigura transmiterea în regim de timp real a datelor de monitorizare de la senzori prin rețele independente fără fir (eng: Wireless) utilizând tehnologia LoRaWAN, pentru a fi stocate și procesate pe serverul platformei *eALERT*. Infrastructura de comunicare de tip bidirecțional va oferi acces la date printr-o interfață pentru beneficiarii din exteriorul rețelei, precum și va conține o aplicație de expediere a mesajelor prin canale SMS/E-mail/ChatBot/Web push la lista de abonați. Etapa finală de implementare a serviciului constă din instruirea personalului delegat de către Direcția generală asistență socială și sănătate a Primăriei Chișinău, Inspectoratul General pentru Situații de Urgență al Ministerului Afacerilor Interne și Serviciul Hidrometeorologic de Stat din Republica Moldova. Totodată, serviciul *eALERT* va fi lansat pe piață contra plată pentru persoane juridice și fizice. Persoanele juridice și fizice abonate vor mai putea primi mesaje SMS, avertizări sau alte informații solicitate în regim de timp real în cazul hazardurilor naturale și antropogene periculoase. Beneficiarii pot, de asemenea, comanda pe platforma *eALERT* când să fie informați despre valorile concentrației poluanților din atmosferă, să selecteze intervalul de expediere a acestor mesaje personalizate, precum și locația concretă. Nu în ultimul rând, se urmărește, în consecință, reducerea impactului substanțelor chimice toxice asupra mediului și a sănătății populației din Chișinău prin metode moderne de monitorizare și avertizare în regim de timp real. În felul acesta, din punct de vedere economic, rezultatele planificate a proiectului - creșterea volumului vânzărilor în cinci ani de la 1 mln. lei la 2,6 mln. lei va fi posibilă datorită acțiunilor care vor fi întreprinse în scopul creșterii pieței de desfacere a serviciului. Această creștere va fi realizată, concomitent, pe trei categorii de beneficiari / clienți identificați. Prima categorie – beneficiarii serviciului preconizat, care sunt și în calitate de parteneri ai proiectului (Primăria municipiului Chișinău, Serviciul Hidrometeorologic de Stat din Republica Moldova, Inspectoratul General pentru Situații de Urgență al Ministerului Afacerilor Interne). A doua categorie – vor fi clienții

corporativi ai serviciului prestat, firme / companii interesate în acest serviciu. Printre acestea, dorim să menționăm în special – firmele de construcții, firme imobiliare, firme din domeniul hotelăriei și turismului, firme de agrement etc. Cererea acestor firme în serviciul nostru este determinată de nevoia de a-și vinde mai bine produsele lor – blocuri de apartamente / case locative; de a evidenția și asigura clienții lor de gradul înalt de siguranță ecologică a hotelului etc. A treia categorie de clienți pe seama cărora se va dezvolta piața de desfacere a serviciului – vor fi clienții persoane fizice, interesați de starea ecologică a mediului și posibilitatea de a fi avertizați de posibilele hazarduri naturale și antropogene periculoase – persoane care duc un mod sănătos de viață și pentru care sănătatea este o valoare, părinți de copii, rezidenți străini care locuiesc în Republica Moldova.

MODULUL TEHNOLOGIC

4 ECHIPAMENTE DE MONITORIZARE A CALITĂȚII AERULUI ȘI PLATFORMA *eALERT* (V.Sprincean, A.Leu, F.Paladi, V.Ciobu)

4.1 Waspmote Plug & Sense! - Linie încapsulată

Linia Waspmote Plug & Sense! permite implementarea cu ușurință a rețelelor Internet of Things (IoT) într-un mod simplu și scalabil, asigurând costuri minime de întreținere. Platforma constă într-o carcasă robustă rezistentă la apă, cu prize externe specifice pentru conectarea senzorilor, a panoului solar, a antenei și a cablului USB pentru reprogramarea nodului (Figura 7). Aceasta a fost special concepută pentru a fi scalabilă, ușor de implementat și de întreținut.

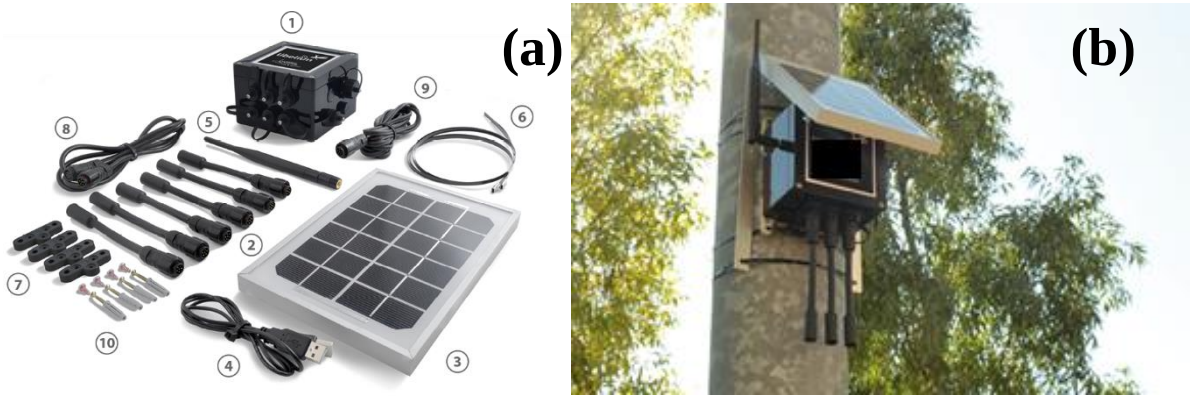

Figura 7. Accesorii Waspmote Plug & Sense! 1 Carcasă, 2 sonde de senzori, 3 panou solar extern, 4 cablu USB, 5 antenă, 6 legături de cablu, 7 picioare de montare (înșurubate pe carcasă), 8 cablu de extensie, 9 cablu pentru panoul solar, 10 prize de perete și șuruburi. (a), Waspmote Plug & Sense! alimentat de un panou solar extern (b).

4.2 Modulul de baterie externă

Modulul de baterie externă (EBM) este un accesoriu pentru a prelungi durata de viață a bateriei Plug & Sense! Perioada de prelungire poate fi de la luni la ani, în funcție de ciclul de lucru și de

activitatea radio. Perioada de încărcare zilnică este selectabilă între 5, 15 și 30 de minute cu ajutorul unui comutator și poate fi combinat cu un panou solar pentru a prelungi și mai mult durata de viață a bateriei nodului.

Nodurile care utilizează un panou solar pot să îl folosească prin intermediul modulului de baterie externă. EBM este conectat la conectorul pentru panou solar al Plug & Sense!, iar unitatea de panou solar este conectată la conectorul pentru panou solar al EBM (Figura 8).

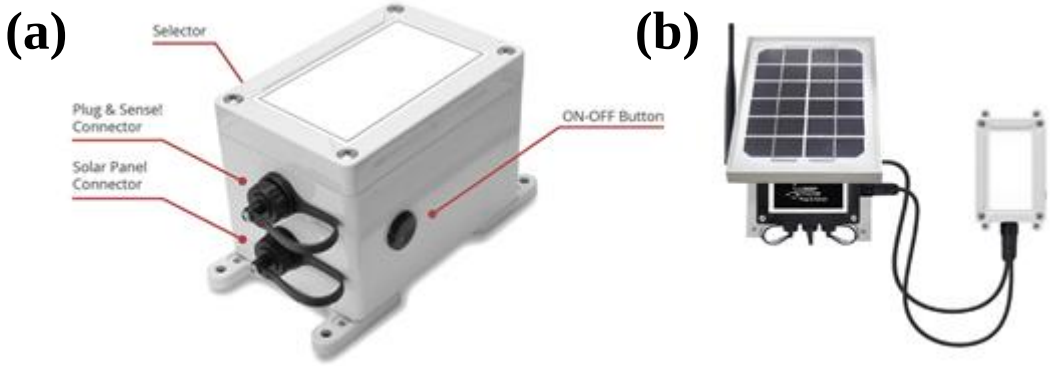

Figura 8. Modulul de baterie externă (a). Plug & Sense! cu modulul de baterii externe și panoul solar (b).

4.3 Programarea nodurilor

Waspmote Plug & Sense! poate fi reprogramat în două moduri: Programarea de bază se face de la portul USB. Trebuie doar de conectat USB-ul la priza externă specifică și apoi la computer pentru a încărca noul firmware, așa cum este indicat în Figura 9 (a).

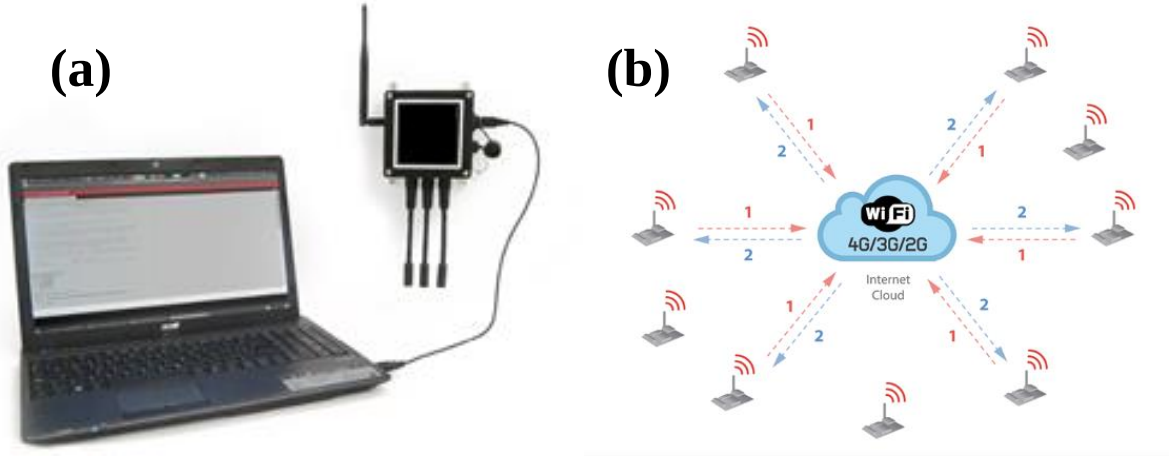

Figura 9. Programarea unui nod (a). Proces tipic OTAP (b).

Programarea wireless (OTAP) este, de asemenea, posibilă odată ce nodul a fost instalat (prin intermediul WiFi sau 4G). Cu această tehnică se poate reprograma, fără fir, unul sau mai multe noduri de senzori Waspmote în același timp, folosind un laptop și Meshlium (Figura 9 (b)).

4.4 Receptor GPS

Orice nod Plug & Sense! poate încorpora un receptor GPS pentru a implementa aplicații în timp real. De asemenea, utilizatorul poate utiliza acest dispozitiv pentru a geolocaliza datele pe o hartă. Este furnizată o antenă externă, rezistentă la apă; cablul său lung permite o instalare mai bună pentru o vizibilitate maximă a satelitului (Figura 10).

Figura 10. Nodul Plug & Sense! cu receptor GPS.

4.5 Senzor de praf pentru monitorizarea particulelor fine în suspensie (PM_1 / $PM_{2,5}$ / PM_{10})

Senzorii de particule fine (PM) sunt utilizați pentru a măsura concentrația de particule în suspensie din aer. PM este un amestec complex de particule care poate varia ca mărime, formă și compoziție chimică și care poate avea efecte dăunătoare asupra sănătății umane și a mediului. Senzorii PM pot detecta particule în diferite intervale de dimensiuni, cum ar fi PM_1, $PM_{2,5}$ și PM_{10}.

PM_1 se referă la particule cu un diametru mai mic de 1 micrometru. Aceste particule sunt considerate ultrafine și pot pătrunde adânc în plămâni, pot intra în fluxul sanguin și provoca probleme de sănătate respiratorie și cardiovasculară.

$PM_{2,5}$ se referă la particule cu un diametru mai mic de 2,5 micrometri. Aceste particule sunt considerate fine și pot pătrunde în plămâni și pot cauza probleme de sănătate, inclusiv astm, bronșită și cancer pulmonar.

PM_{10} se referă la particule cu un diametru mai mic de 10 micrometri. Aceste particule pot irita ochii, nasul și gâtul și pot cauza probleme de sănătate, inclusiv tuse și respirație șuierătoare.

Senzorii de praf sunt un tip de senzor PM care poate detecta concentrația de particule în aer. Ei funcționează prin utilizarea unei tehnici de împrăștiere a luminii, în care o sursă de lumină luminează particulele din aer, iar un detector măsoară cantitatea de lumină împrăștiată. Cantitatea de lumină împrăștiată este proporțională cu concentrația de particule din aer.

Senzorii de praf pot fi utilizați în diverse aplicații, cum ar fi monitorizarea calității aerului în locuințe, școli și la locul de muncă, precum și în monitorizarea mediului ambiant pentru a măsura emisiile de particule din surse industriale și din trafic.

Din februarie 2019, în locul senzorului OPC-N2 este furnizat senzorul îmbunătățit OPC-N3 prezentat în Figura 11. Cu aceleași dimensiuni și aceeași putere/interfață ca și versiunea N2, OPC-N3 măsoară acum în intervalul de la 0,35 μm la 40 μm, împărțit în 24 de clase de dimensiuni. Caracteristicile includ aerodinamică îmbunătățită cu reducerea depunerii de particule, performanțe mai bune la capătul inferior, măsurători extinse ale dimensiunilor superioare și selecție digitală a debitului ridicat/redus. OPC-N3 poate măsura până la niveluri de poluare de 2000 $\mu g/m^3$, cu caracteristica unică de a putea clasifica dimensiunea prafului.

Figura 11. Imaginea senzorului PM încapsulat.

4.6 Senzor de gaz de oxid de azot (NO) pentru concentrații scăzute

Senzorii de gaz de oxid de azot (NO) sunt utilizați pentru a detecta concentrații scăzute de gaz NO în diverse aplicații industriale, de mediu și medicale (Figura 12). Sunt disponibile mai multe tipuri de senzori de gaz NO, inclusiv senzori electrochimici, optici etc.

Figura 12. Imaginea senzorului de oxid de azot pentru concentrații scăzute montat pe modulul său AFE.

Senzorii electrochimici de gaz NO se bazează pe principiul electrochimiei și utilizează un electrod de lucru, un electrod de referință și un electrolit pentru a detecta prezența gazului NO. Atunci când gazul NO intră în contact cu electrodul de lucru, acesta suferă o reacție redox care generează un semnal electric proporțional cu concentrația de gaz NO. Senzorii optici de gaz NO folosesc lumina pentru a detecta prezența gazului NO. Aceștia utilizează în mod obișnuit o sursă de lumină, un fotodetector și un material de detectare a gazului NO, cum ar fi un oxid metalic sau un colorant fluorescent. Atunci când gazul NO interacționează cu materialul de detecție, acesta își modifică proprietățile optice, ceea ce duce la o modificare a luminii detectate de fotodetector. În senzorii de gaz NO în bază de stare solidă se aplică principiul conductivității și se utilizează un material de detecție, cum ar fi un oxid metalic, care își modifică conductivitatea în prezența gazului NO. Atunci când gazul NO intră în contact cu materialul de detecție, acesta modifică numărul de electroni liberi din material, ceea ce duce la o schimbare a conductivității sale.

Pentru a detecta concentrații scăzute de gaz NO, este important să se selecteze un senzor cu o sensibilitate ridicată și o limită de detecție scăzută. În plus, senzorul trebuie calibrat în mod regulat și întreținut corespunzător pentru a asigura măsurători precise și fiabile.

4.7 Senzor de gaz de înaltă precizie pentru dioxidul de azot (NO_2)

Senzorii de dioxid de azot (NO_2) sunt utilizați pentru a măsura concentrația de NO_2 în diverse aplicații industriale, de mediu și medicale (Figura 13). NO_2 este un gaz toxic care poate cauza probleme de sănătate, în special respiratorii și cardiovasculare, și este emis de diverse surse, inclusiv eșapamentul vehiculelor, centralele electrice și procesele industriale.

Figura 13. Imaginea senzorului de dioxid de azot de înaltă precizie montat pe modulul său AFE.

Senzorii de gaz NO_2 de înaltă precizie se bazează de obicei pe tehnologia electrochimică, în care se utilizează un electrod de lucru, un electrod de referință și un electrolit pentru a detecta prezența gazului NO_2. Atunci când dioxid de azot intră în contact cu electrodul de lucru, acesta manifestă o reacție redox care generează un semnal electric proporțional cu concentrația gazului NO_2.

Pentru a obține o precizie ridicată, senzorii de gaz NO_2 necesită o calibrare precisă și o compensare a temperaturii pentru a ține cont de schimbările de temperatură și umiditate. De asemenea, au nevoie de o sursă de alimentare stabilă și fiabilă pentru a asigura măsurători consecvente și precise.

Unii senzori de gaz NO_2 de înaltă precizie utilizează algoritmi avansați și tehnici avansate de procesare a semnalelor pentru a îmbunătăți precizia măsurătorilor și pentru a reduce efectele interferențelor cauzate de alte gaze și de factorii de mediu. Acești senzori pot fi utilizați în diverse aplicații, cum ar fi monitorizarea calității aerului, controlul emisiilor și controlul proceselor industriale.

4.8 Senzor de gaz de ozon (O_3)

Senzorii de ozon (O_3) sunt utilizați pentru a detecta și măsura concentrația de ozon în diverse aplicații industriale, de mediu și medicale (Figura 14). Ozonul este un gaz foarte reactiv și toxic care poate avea efecte dăunătoare asupra sănătății umane și a mediului înconjurător și este generat de diverse surse, inclusiv procese industriale, echipamente electrice, precum și fulgere.

Figura 14. Imaginea senzorului de ozon montat pe modulul său AFE.

Senzorii de ozon pot utiliza diferite tehnologii, cum ar fi senzorii electrochimici, optici și cu semiconductori, pentru a detecta prezența gazului ozon. Senzorii electrochimici de ozon se bazează pe principiul electrochimiei și utilizează un electrod de lucru, un electrod de referință și un electrolit pentru a detecta prezența ozonului. Atunci când gazul de ozon intră în contact cu electrodul de lucru, acesta manifestă o reacție redox care generează un semnal electric proporțional cu concentrația de gaz de ozon. Senzorii optici de ozon utilizează lumina pentru a detecta prezența gazului de ozon. Aceștia folosesc, de obicei, o sursă de lumină și un detector pentru a măsura absorbția sau fluorescența gazului de ozon din aer. Atunci când gazul de ozon interacționează cu lumina, acesta își modifică proprietățile optice, ceea ce duce la o modificare a semnalului detectat. Senzorii de ozon cu semiconductori

utilizează un material de detecție, cum ar fi oxidul de metal sau oxidul de tungsten, care își modifică conductivitatea în prezența gazului de ozon. Atunci când ozonul intră în contact cu materialul de detectare, acesta modifică numărul de electroni liberi din material, ceea ce duce la o schimbare a conductivității acestuia.

Pentru a asigura măsurători precise și fiabile, senzorii de gaz de ozon trebuie calibrați în mod regulat și întreținuți corespunzător. De asemenea, este important să se selecteze un senzor proiectat pentru aplicația specifică și să se respecte recomandările producătorului pentru instalare, calibrare și întreținere.

4.9 Senzor de temperatură, umiditate și presiune

Senzorul de temperatură, umiditate și presiune este utilizat în mod obișnuit într-o gamă largă de aplicații industriale, de mediu și de consum pentru a monitoriza și controla condițiile de mediu (Figura 15). Acești senzori pot furniza măsurători precise și fiabile ale temperaturii, umidității și presiunii, care pot fi utilizate în diverse scopuri, cum ar fi controlul proceselor, monitorizarea calității aerului, prognoza meteo și reglarea confortului din spații închise.

Figura 15. Senzor de temperatură, umiditate și presiune.

Senzorii de temperatură sunt utilizați pentru a măsura temperatura mediului înconjurător și pot utiliza diferite tehnologii, cum ar fi termistori, termocupluri și detectoare de temperatură cu rezistență (RTD), pentru a detecta schimbările de temperatură. Acești senzori pot oferi o precizie ridicată și timpi de răspuns rapizi și pot fi utilizați în diferite intervale de temperatură, de la temperaturi criogenice până la aplicații la temperaturi ridicate.

Senzorii de umiditate sunt utilizați pentru a măsura umiditatea relativă (RH) a aerului, care reprezintă cantitatea de umiditate din aer în raport cu cantitatea maximă care poate fi menținută la o anumită temperatură. Acești senzori pot utiliza diferite tehnologii, cum ar fi senzorii capacitivi, rezistivi sau optici, pentru a detecta schimbările de umiditate. Aceștia pot oferi o precizie și o stabilitate ridicată și pot fi utilizați în diverse aplicații, cum ar fi monitorizarea calității aerului din spații închise, pentru prognoza meteo și în procesele industriale.

Senzorii de presiune sunt utilizați pentru a măsura presiunea mediului înconjurător și pot utiliza diferite tehnologii, cum ar fi senzorii piezorezistenți, capacitivi sau piezoelectrici, pentru a detecta schimbările de presiune. Acești senzori pot oferi o precizie și o sensibilitate ridicată și pot fi utilizați în diferite intervale de presiune, de la aplicații cu vid redus până la cele cu presiune ridicată.

Senzorii combinați de temperatură, umiditate și presiune pot oferi o soluție completă pentru monitorizarea și controlul mediului înconjurător și sunt utilizați în mod obișnuit în stațiile meteorologice, sistemele HVAC și aplicațiile de automatizare industrială. Este important să fie selectat un senzor proiectat pentru aplicația specifică și să fie respectate recomandările producătorului pentru instalare, calibrare și întreținere pentru a asigura măsurători precise și fiabile.

4.10 Panoul solar extern 7V - 500mA

Panoul solar extern 7V - 500mA prezentat în Figura 8 (b) este un tip de panou fotovoltaic conceput pentru a transforma energia solară în energie electrică. Acest panou solar este, de obicei, fabricat din celule de siliciu monocristalin sau policristalin de înaltă eficiență, care sunt învelite într-un material durabil și rezistent la intemperii.

Panoul solar are o tensiune nominală de 7 volți (V) și poate furniza un curent maxim de 500 miliamperi (mA). Acesta poate fi utilizat pentru a alimenta diverse dispozitive electronice, cum ar fi senzori, camere și echipamente de comunicare atât timp cât dispozitivele sunt compatibile cu specificațiile de ieșire ale panoului.

Panoul solar este, de obicei, echipat cu o diodă încorporată care previne circulația inversă a curentului și protejează panoul de deteriorarea cauzată de supraîncărcare. Panoul poate fi conectat la o baterie sau la un regulator de putere pentru a stoca energia generată sau pentru a regla tensiunea și curentul de ieșire.

Panoul solar PAPS-ESP este proiectat pentru utilizare în exterior și poate fi montat pe o varietate de suprafețe, cum ar fi pereți, acoperișuri sau stâlpi, utilizând accesoriile de montare corespunzătoare. Este important ca panoul să fie instalat într-o locație care primește suficientă lumină solară și ca panoul să fie înclinat corespunzător pentru a maximiza producția de energie. Întreținerea adecvată, cum ar fi curățarea suprafeței panoului și verificarea conexiunilor, poate contribui la asigurarea longevității și eficienței panoului solar.

4.11 Senzor de gaz de monoxid de carbon (CO) pentru concentrații scăzute

Un senzor de monoxid de carbon (CO) pentru concentrații scăzute (Figura 16) este un dispozitiv conceput pentru a detecta prezența gazului CO în aer la niveluri scăzute. CO este un gaz

incolor și inodor care este foarte toxic, iar expunerea la niveluri ridicate de CO poate duce la efecte grave asupra sănătății, inclusiv la intoxicații cu monoxid de carbon.

Figura 16. Imaginea senzorului de monoxid de carbon pentru concentrații scăzute montat pe modulul său AFE.

Senzorul utilizează în mod obișnuit o tehnologie precum cea electrochimică, cu infraroșu sau cu semiconductori de oxizi metalici (MOS) pentru a detecta gazul CO. Atunci când senzorul detectează gazul CO, acesta generează un semnal electric care poate fi utilizat pentru a declanșa o alarmă, pentru a activa un sistem de ventilație sau pentru a trimite o notificare către un sistem de monitorizare.

Senzorii de gaz CO sunt utilizați în mod obișnuit în clădirile rezidențiale și comerciale, precum și în vehicule, pentru a oferi o avertizare timpurie cu privire la scurgerile de gaz CO din surse precum aparatele cu gaz, cuptoarele defecte și vehiculele care circulă în spații închise. Senzorii de CO cu concentrație scăzută au, de obicei, un interval de 0-1000 părți pe milion (ppm) și pot detecta concentrații de gaz CO de doar câteva părți pe milion.

Este important de reținut faptul că senzorii de gaz CO trebuie calibrați și întreținuți în mod regulat pentru a asigura performanță, precizie și fiabilitate. De asemenea, este important de urmat

instrucțiunile producătorului pentru instalare, testare și întreținere pentru a asigura utilizarea sigură și eficientă a senzorului de gaz CO.

4.12 Senzor de gaz de înaltă precizie pentru dioxid de sulf (SO_2)

Un senzor de gaz de înaltă precizie pentru dioxid de sulf (SO_2) este un dispozitiv conceput pentru a detecta cu o precizie ridicată prezența gazului SO_2 în aer (Figura 17). Gazul SO_2 este toxic, fiind, de obicei, emanat în procesele industriale și poate avea efecte dăunătoare asupra sănătății umane și a mediului.

Figura 17. Imaginea senzorului de mare precizie pentru dioxid de sulf montat pe modulul său AFE.

Senzorul utilizează, de regulă, o tehnologie precum cea electrochimică, ultravioletă sau infraroșie pentru a detecta gazul SO_2. Atunci când senzorul detectează gazul SO_2, acesta generează un semnal electric care poate fi utilizat pentru a declanșa o alarmă, pentru a activa un sistem de ventilație sau pentru a trimite o notificare către un sistem de monitorizare.

Senzorii de gaz SO_2 de înaltă precizie au, de obicei, un interval de 0-20 ppm sau 0-100 ppm și pot detecta concentrațiile de gaz SO_2 cu o precizie de ± 1 ppm. Aceștia sunt utilizați în mod obișnuit

în mediile industriale, cum ar fi centralele electrice, rafinăriile și uzinele chimice, pentru a monitoriza emisiile de SO_2 și a asigura conformitatea cu reglementările de mediu.

Este important de reținut că senzorii de gaz SO_2 trebuie calibrați și întreținuți în mod regulat pentru a asigura performanță, precizie și fiabilitate. De asemenea, este important de urmat instrucțiunile producătorului pentru instalare, testare și întreținere pentru a asigura utilizarea sigură și eficientă a senzorului de gaz SO_2.

4.13 Conectare USB

USB este acronimul de la Universal Serial Bus în limba engleză, care reprezintă un tip comun de interfață de conectare utilizat pentru conectarea dispozitivelor electronice la un computer sau la un alt dispozitiv. USB permite transferul de date și de energie între dispozitive și a devenit o conexiune standard pentru o gamă largă de echipamente (Figura 18).

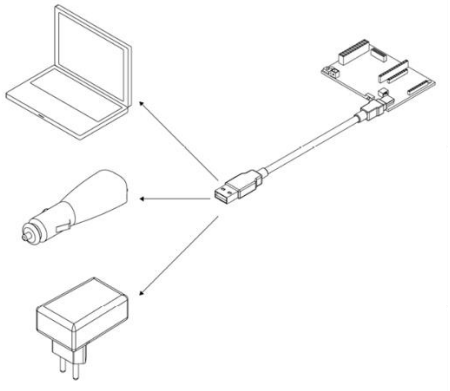

Figura 18. Conexiuni posibile pentru USB.

USB se caracterizează prin dimensiuni reduse, ușurință în utilizare și versatilitate. Cablurile USB au, de obicei, un conector de formă dreptunghiulară la un capăt, care poate fi introdus într-un port

USB al unui computer sau al unui alt dispozitiv. Dispozitivele USB pot fi conectate și deconectate fără a fi necesară oprirea calculatorului sau a dispozitivului, iar multe dispozitive USB pot fi „schimbate la cald”, ceea ce înseamnă că pot fi conectate sau deconectate în timp ce dispozitivul este în funcțiune.

Tehnologia USB a evoluat de-a lungul timpului, noile versiuni oferind viteze de transfer de date mai rapide și capacități sporite de furnizare a energiei. USB 1.0 și 2.0 sunt versiuni mai vechi care au fost înlocuite în mare parte de USB 3.0 și 3.1, care sunt capabile de viteze de transfer de date de până la 10 Gbps. USB Type-C este un tip de conector mai nou, care este mai mic și reversibil, ceea ce înseamnă că poate fi conectat în ambele sensuri. De asemenea, suportă viteze de transfer de date mai mari și mai multă energie decât versiunile USB anterioare. În general, USB a devenit o tehnologie esențială pentru conectarea dispozitivelor electronice, oferind un mod fiabil și convenabil de a transfera date și energie între dispozitivele electronice.

4.14 Accesul la platforma *eALERT*

Platforma *eALERT* se accesează la adresa web www.ealert.md, iar Figura 20 prezintă interfața grafică de acces a platformei.

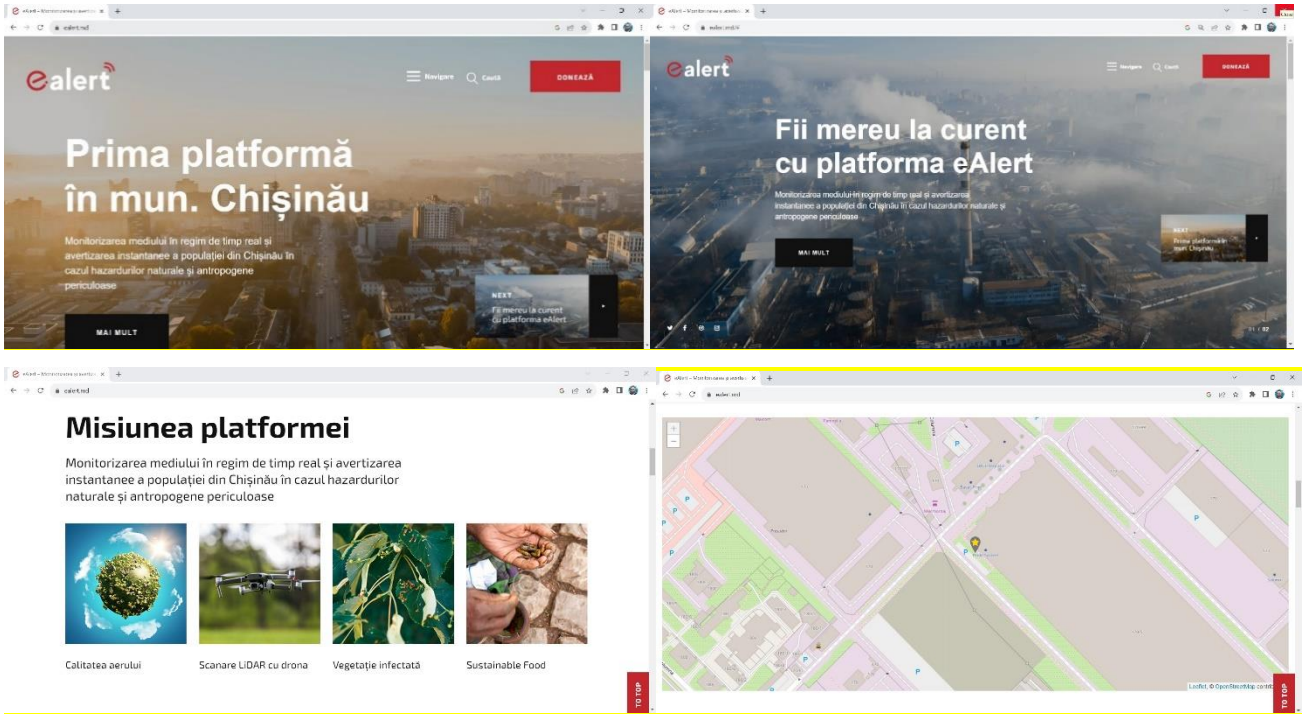

Figura 190. Interfața grafică a platformei *eALERT*.

Interfața grafică a platformei permite ca în timp real să avem acces la o gamă largă de date, cum ar fi:

1. Calitatea aerului.
2. Scanarea LIDAR cu drona.
3. Imagistica multispectrală.

4. Analiza solului și a apei.

Calitatea aerului se referă la gradul de puritate al aerului pe care îl respirăm și la prezența sau absența substanțelor poluante sau a particulelor care pot afecta sănătatea noastră. Este un aspect crucial al mediului înconjurător și poate avea un impact semnificativ asupra sănătății umane, calității vieții și ecosistemelor.

Factori importanți care influențează calitatea aerului includ:

- *Poluarea atmosferică*. Aceasta poate include substanțe chimice nocive, cum ar fi dioxidul de sulf (SO_2), oxizii de azot (NO_x), particule fine de praf ($PM_{2.5}$ și PM_{10}), monoxid de carbon (CO) și compuși organici volatili (COV). Acești poluanți pot proveni din surse industriale, vehicule, centrale electrice sau alte surse antropice, precum și din surse naturale.
- *Polen și alergeni*. Alte elemente care afectează calitatea aerului includ polenul și alergeni care pot provoca reacții alergice la unele persoane.
- *Aerosoli naturali*. Aceștia includ particulele provenite din incendii de pădure, erupții vulcanice și alte calamități naturale care pot afecta calitatea aerului la scară largă.

Toate aceste date despre calitatea aerului sunt monitorizate și stocate pe platforma *eALERT*. Acesta este un instrument util și exact pentru a furniza informații actualizate în timp real despre calitatea aerului într-o anumită regiune sau localitate. Prin accesarea acestui site, utilizatorii pot afla despre nivelurile de poluare, concentrația de diferite substanțe poluante și pot lua decizii informate referitoare la activitățile lor zilnice, cum ar fi activități în aer liber sau călătorii.

Este important să avem acces la astfel de date pentru a ne proteja sănătatea și pentru a contribui la reducerea expunerii la poluare atunci când nivelurile respective sunt ridicate. De asemenea, aceste informații pot fi folosite de autoritățile locale și naționale pentru a dezvolta politici și măsuri pentru îmbunătățirea calității aerului în zonele puternic poluate.

Pentru a profita la maximum de această informație, este recomandabil să urmărim periodic site-ul și să luăm măsuri adecvate atunci când nivelurile de poluare sunt semnificative.

Scanarea LIDAR cu drona (LIDAR – Light Detection and Ranging) este o tehnică avansată de cartografiere și colectare a datelor geospațiale care utilizează un senzor LIDAR montat pe o dronă. Această tehnologie este extrem de eficientă pentru a obține date detaliate și precise despre suprafețe terestre și obiecte, fiind folosită într-o varietate de aplicații, printre care se numără:

- *Topografie.* Scanarea LIDAR cu drona poate crea hărți topografice precise ale terenului, cu rezoluție înaltă și detalii ridicate. Aceasta este utilă pentru proiecte de construcții, planificarea urbană și managementul resurselor naturale.
- *Monitorizarea mediului.* LIDAR-ul poate fi utilizat pentru a evalua schimbările de mediu, cum ar fi eroziunea terenului, defrișarea pădurilor sau modificările cursurilor de apă.
- *Arheologie.* Scanarea LIDAR cu drona este utilă pentru detectarea structurilor arheologice aflate sub suprafața pământului, fără a necesita săpături.
- *Agricultură.* Agricultorii pot utiliza datele LIDAR pentru a monitoriza sănătatea culturilor, pentru a evalua necesitățile de irigație și pentru a efectua analize de teren.
- *Silvicultură.* Scanarea LIDAR poate oferi informații detaliate despre starea pădurilor, inclusiv densitatea copacilor, speciile de copaci și calitatea lemnului.
- *Gestionarea calamităților naturale.* LIDAR-ul cu drona poate fi folosit pentru evaluarea daunelor provocate de calamitățile naturale, cum ar fi cutremurele de pământ, inundațiile sau alunecările de teren.

Vegetația infectată se referă la plante sau culturi care au fost afectate de diverse boli, paraziți, sau agenți patogeni, ceea ce poate duce la deteriorarea sănătății plantelor și la reducerea randamentului sau a calității culturilor. Infecțiile vegetale pot avea un impact semnificativ asupra agriculturii,

silviculturii și ecosistemelor naturale. Detectarea vegetației infectate se poate face cu ajutorul ***imagisticii multispectrale***, aparatul multispectral fiind montat pe dronă, fiind o tehnologie folosită în agricultură și silvicultură pentru monitorizarea sănătății plantelor, identificarea bolilor sau a dăunătorilor și pentru gestionarea culturilor sau a pădurilor într-un mod mai eficient. Detectarea vegetației infectate se bazează pe următoarele componente și procese:

- *Senzorul multispectral*. Pe dronă este montat un senzor multispectral care poate înregistra imagini în mai multe benzi spectrale, cum ar fi roșu, verde, albastru și infraroșu apropiat. Acest senzor poate detecta diferențe subtile în reflexia luminii de la plante și sol.
- *Zborul dronei*. Drona zboară peste zona de interes, captând imagini multispectrale ale vegetației de la sol. În timpul zborului, senzorul înregistrează datele în fiecare bandă spectrală.
- *Procesarea datelor*. Datele colectate sunt apoi procesate pentru a crea imagini multispectrale și hărți tematice. Această procesare implică corelarea reflectanței luminii în diferite benzi spectrale cu starea sănătății vegetației.
- *Analiza și identificarea*. Imaginile rezultate sunt utilizate pentru analiza și identificarea vegetației infectate de boli sau dăunători. Diferențele în reflexia luminii în diferite benzi spectrale pot indica stresul vegetației sau prezența problemelor.
- *Raportarea și luarea de decizii*. Datele analizate pot fi folosite pentru a genera rapoarte și hărți care indică zonele cu vegetație afectată. Aceste informații pot ajuta fermierii sau silvicultorii în a lua decizii informate referitor la tratamente fitosanitare, gestionarea resurselor sau îmbunătățirea practicilor agricole sau silvice.

Avantajele utilizării unui aparat multispectral montat pe dronă pentru detectarea vegetației infectate includ capacitatea de a evalua întreaga zonă într-un timp scurt, de a identifica problemele într-un stadiu incipient și de a economisi resurse prin aplicarea tratamentelor doar în zonele afectate.

Această tehnologie are un potențial semnificativ în domeniul agriculturii de precizie și al silviculturii durabile, contribuind la creșterea randamentului culturilor, la reducerea utilizării de pesticide și la protejarea mediului înconjurător.

Pentru ***analiza calității solului și a apei*** există o serie de aparate și instrumente specializate care pot fi utilizate în diverse scopuri. Acestea sunt esențiale pentru a evalua starea mediului și pentru a lua măsuri eficiente în vederea protejării resurselor naturale. Câteva exemple de aparate utilizate pentru monitorizarea calității solului și a apei:

- *Penetrometru electronic*. Acest aparat măsoară compactarea solului, adâncimea de penetrare și rezistența la compresiune. Aceste date pot oferi informații despre structura solului și gradul de compactare.
- *pH-metru pentru sol*. Aparatul măsoară pH-ul solului, ceea ce este important pentru evaluarea acidității sau alcalinității solului. pH-ul solului poate afecta disponibilitatea nutrienților pentru plante.
- *Conductivitatea electrică a solului*. Această măsurătoare indică nivelul de săruri din sol și poate oferi indicii cu privire la salinizarea solului.
- *Analizoare de textură a solului*. Aceste aparate determină proporția de nisip, lut și mâl dintr-un eșantion de sol, ceea ce ajută la clasificarea tipului de sol și la evaluarea calității acestuia pentru diverse culturi.

- *Analizoare de calitate a apei.* Aceste aparate pot măsura o serie de parametri ai apei, inclusiv nivelul pH-ului, nivelul oxigenului dizolvat, turbiditatea și nivelul substanțelor chimice (cum ar fi nutrienții sau poluanții).
- *Senzori de temperatură a apei.* Acești senzori măsoară temperatura apei, ceea ce poate fi important pentru a monitoriza schimbările de temperatură care pot afecta viața acvatică și calitatea apei.
- *Senzori de nivel al apei.* Acești senzori pot măsura nivelul apei în diverse surse de apă, inclusiv râuri, lacuri sau puțuri.
- *Senzori pentru detectarea contaminanților.* Pentru monitorizarea specifică a contaminanților, cum ar fi metalele grele sau substanțele chimice toxice, sunt disponibile senzori specializați.
- *Fluorometre și cromatografe pentru analize chimice avansate.* Aceste aparate pot fi utilizate pentru a detecta și cuantifica substanțe specifice din apă, precum pesticidele sau substanțele organice.

Pentru monitorizarea calității solului și a apei în mod eficient, au fost selectate aparatele potrivite în funcție de obiectivele și sarcinile specifice de monitorizare. De asemenea, aparatele trebuie să fie calibrate și verificate regulat în mod corespunzător pentru a obține rezultate exacte și de încredere.

4.15 Componența echipei proiectului de inovare și transfer tehnologic *eALERT*

Echipa proiectului cu prezentarea prescurtată a fiecărei persoane din echipă, a experienței și aportului său pentru proiect

Sprincean Veaceslav, data nașterii: 18.12.1980, Doctor în științe fizice, coordonator al proiectului. Specializări: Fizică și informatică; Educație pentru drone (curs internațional de recalificare profesională), Șef Oficiu „Educație pentru drone” și conferențiar universitar la Facultatea de Fizică și Inginerie, cercetător științific coordonator în cadrul Laboratorului de cercetări științifice „Fizica mediului și modelarea sistemelor complexe” și conducător al proiectului de cercetare și inovare „Tehnologii fizice avansate cu aplicarea UVS în monitorizarea și modelarea factorilor de mediu”, cu cifrul 20.80009.7007.05”, Program de Stat (07.2022-prezent), Universitatea de Stat din Moldova. Experiență de activitate în proiectul Erasmus+ KA2-CBHE „Educație pentru drone (eDrone)”, 574090-EPP-1-2016-1-IT-EPPKA2-CBHE-JP (2016-2020), precum și o vastă colaborare în domeniul fizicii experimentale cu Universitatea Christian-Albrecht din Kiel, rezultată cu publicații în reviste științifice internaționale. Veaceslav Sprincean participă la toate etapele de implementare și coordonează conlucrarea cu organizația partener, precum și diseminarea rezultatelor proiectului și raportarea activităților realizate.

Paladi Florentin, data nașterii: 26.07.1971, Doctor habilitat în științe fizico-matematice, profesor universitar la Facultatea de Fizică și Inginerie, cercetător științific principal în cadrul Laboratorului de cercetări științifice „Fizica mediului și modelarea sistemelor complexe”, Universitatea de Stat din Moldova și conducător al proiectului de cercetare și inovare „Tehnologii fizice avansate cu aplicarea UVS în monitorizarea și modelarea factorilor de mediu”, cu cifrul 20.80009.7007.05”, Program de Stat (01.2020-06.2022), expert HERE, coordonator național al proiectului Erasmus+ KA2-CBHE „Educație pentru drone (eDrone)”, 574090-EPP-1-2016-1-IT-EPPKA2-CBHE-JP (2016-2020), Specialități: 01.04.02. Fizica teoretică și matematică, 122.03. Modelare, metode

matematice, produse program. Urmare a descoperii în anul 2002 a efectului fizic de generare și extincție pentru nucleele cristaline la temperaturi joase în lichide subrăcite (Paladi F., Oguni M. *Anomalous generation and extinction of crystal nuclei in non-equilibrium supercooled liquid o-benzylphenol*. Physical Review B. 2002, vol.65, no.14, 144202-6), a fost dezvoltată teoria tranzițiilor de fază de ordinul întâi în prezența unei stări intermediare metastabile, precum și a fost pentru prima dată demonstrată matematic legătura dintre modelarea stocastică și modelele computaționale ABM și dedusă formula de distribuție a particulelor în funcție de numărul lor total în sistem și numărul posibil de stări. De asemenea, a fost proiectată și realizată aplicația computațională adaptiv-parametrică în baza unui nou algoritm ameliorat de descompunere a reprezentării mecanice a sistemului în reprezentări ireductibile pentru soluționarea a două familii de probleme: determinarea stărilor proprii ale moleculelor de fullerene și modelarea interacțiunii electron-fononice de rezonanță pentru ionii de pământuri rare în diferite cristale laser, fiind obținut Certificatul de înregistrare AGEPI a obiectelor dreptului de autor și drepturilor conexe, Seria PC (program pentru calculator) Nr. 5528 din 16.12.2016. Dr.hab. F.Paladi a contribuit în calitate de conducător la formarea a 4 doctori în științe. În proiect participă la crearea rețelei de senzori de monitorizare, dezvoltarea aplicațiilor software pentru infrastructura de comunicare, diseminarea rezultatelor, precum și la implementarea serviciului și instruirea beneficiarilor.

Jalencu Marian, data nașterii: 02.06.1970, Doctor în științe economice, conferențiar universitar la Departamentul „Administrarea Afacerilor” al USM, coordonator național și instituțional al proiectelor Erasmus+ KA2-CBHE „Consolidarea competențelor antreprenoriale și digitale ale studenților și cadrelor academice pentru a spori modernizarea învățământului superior în Moldova (ReSTART)” 585353-EPP-1-2017-1-RO-EPPKA2-CBHE-JP (2017-2021) și EDU-2022-CBHE-STRAND-2, “Skills4future – Developing and improving the STEAM skills of students and teachers for curriculum innovation and sustainable development of higher education institutions and local businesses” (2023-2025), administrator la Incubatorului de inovare „Inventica-USM” (2012-2019), unde studenții și personalul științifico-didactic participă cu planuri de afaceri inovative în cadrul Concursului Târgul startup-urilor „Cele mai bune idei de afaceri inovative”, la Concursul proiectelor de transfer tehnologic, precum și la diverse proiecte europene de

inovare și transfer tehnologic. Marian Jalencu participă la toate etapele de implementare a proiectului, pentru a spori impactul socio-economic corelat cu rezultatele scontate și rentabilitatea.

Caraman Mihail, data nașterii: 15.09.1941, Doctor habilitat în științe fizico-matematice, profesor universitar la Facultatea de Fizică și Inginerie, cercetător științific principal în cadrul Laboratorului de cercetări științifice „Fizica mediului și modelarea sistemelor complexe”, Universitatea de Stat din Moldova. Specialitatea 134.01. Fizica și tehnologia materialelor; 134.03. Fizica nanosistemelor și nanotehnologii. Obținerea nanocomposite din semiconductori – AIIIBVI(GaSe, GaTe, InSe) și AIIBVI (CdTe, CdSe, ZnSe și ZnTe) fotoluminescente și fotosensibile în intervalul spectral UV-vis-IR. Prof. M.Caraman a contribuit la elaborarea tehnologiei intercalării compușilor lamelari GaSe și GaTe cu Zn și Cd, fiind obținute structuri monolamelare cu micropicături de Ga. S-a demonstrat posibilitatea obținerii heterojoncțiunilor GaTe-CdTe, GaTe-ZnTe, GaSe-CdSe și GaSe- ZnSe fotosensibile în spectrul vizibil și IR apropiat. Stabilirea diagramei energetice a straturilor localizate în banda interzisă a monocristalitelor de CdTe și InTe. Pe baza monocristalului GaTe-CdTe au fost fabricate fotoreceptori cu bandă largă în regiunea vizibilă și fotodetectori cu banda îngustă. A fost elaborată metoda optică de determinare a gosimii straturilor nanometrice. În proiect participă la calibrarea rețelei de senzori de monitorizare și aplicarea metodelor de analiză experimentală la impurități pentru probele prelevate din atmosferă.

Savva Marianna, data nașterii: 31.12.1990, Doctor în științe ale educației, specialitatea 531.01 Teoria generală a educației, cercetător științific în cadrul Laboratorului de cercetări științifice „Fizica mediului și modelarea sistemelor complexe”, Universitatea de Stat din Moldova, specialist principal în cadrul Departamentului Cercetare și Inovare al USM, Secția „Promovare și protecția rezultatelor științifice". Participă la diseminarea rezultatelor proiectului la toate etapele de realizare, inclusiv prin participarea la expoziții și saloane internaționale și naționale de cercetare, inovație și transfer tehnologic, și coordonează elaborarea modulelor în cadrul curriculei specializate pentru instruirea beneficiarilor și desfășurarea seminarului respectiv. Posedă vastă experiență de elaborare a materialelor de promovare și diseminare a rezultatelor științifice și în cadrul altor proiecte de cercetare, și anume,

cercetător ştiinţific stagiar în cadrul proiectului MD-RO Instrumente manageriale şi informaţionale pentru stimularea cercetării în universităţi (INFORM, 16.80013.0807.23/Ro, 01.07.2016-01.07.2018) și cercetător ştiinţific în cadrul proiectului de cercetare „Tehnologii fizice avansate cu aplicarea UVS în monitorizarea și modelarea factorilor de mediu”, Program de stat, 2020-2023, cifrul proiectului 20.80009.7007.05.

Leu Alexei, data nașterii: 27.08.1981, Master in inginerie. Specializări: Fizică și informatică. Director General al Companiei PRIDE SYSTEM SRL, partener al 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, proiect finanțat de Agenția Națională pentru Cercetare și Dezvoltare și Compania PRIDE SYSTEM SRL. O înțelegere amplă a infrastructurii hardware și a soluțiilor software IT este rezultatul unei experiențe de peste 20 ani și imersie în domeniul tehnologiilor informaționale.

Bun de tipar 27.12.2023.
Formatul 21,58x21,58
Tirajul 100 ex.
Coli de tipar 8,0.
Comanda 150/23.
Editura USM
str. Al. Mateevici, 60, Chişinău, MD-2009
e-mail: cep1usm@mail.ru