

RECEPȚIONAT

Agencia Națională pentru Cercetare  
și Dezvoltare Gepard

09 decembrie 2020

AVIZAT

Secția AȘM Werner

07 decembrie 2020

## RAPORT ANUAL

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

„Studiul și gestionarea surselor de poluare pentru elaborarea recomandărilor de implementare a măsurilor de diminuare a impactului negativ asupra mediului și sănătății populației”, cifrul proiectului: 20.80009.7007.20

Prioritatea Strategică: Mediul și Schimbări Climatice

Conducătorul proiectului

Dr. hab. Igor POVAR

Werner

Directorul Institutului de Chimie

Dr. hab. Aculina ARÎCU

Stas

Consiliul științific

Dr. hab. Aculina ARÎCU

Stas

L.Ș.



Chișinău 2020

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

1. Testarea și selectarea procedurii de pre-tratare a apelor uzate pentru diminuarea conținutului de poluanți organici în apele de canalizare deversate la intrarea în sistemul SEB (Stația de epurare Biologică).
2. Deducerea ecuației generalizate și a funcțiilor termodinamice ale procesului global de sedimentare în funcție de compoziția inițială și aciditatea mediului în condiții reale pentru sisteme multicomponente omogene și eterogene.
3. Analiza spațială a loturilor contaminate cu substanțe toxice inclusiv POP prin utilizarea tehnologiei GIS și determinarea spectrului de poluare cu substanțe toxice prin metode moderne care se vor implementa în sistemului de monitoring al calității mediului.
4. Selectarea lotului de sol poluat cu pesticide și studiul parametrilor microbiologici a solului contaminat cu pesticide.
5. Demararea programelor de formare profesională continuă în domeniul utilizării metodelor instrumentale moderne de determinare a poluanților în diverse obiecte ale mediului ambiant.

## 2. Obiectivele etapei anuale

1. Procedura de pre-tratare a apelor uzate pentru diminuarea conținutului de poluanți organici în apele de canalizare deversate la intrarea în sistemul SEB va conduce la: o amortizare a impactului devastator cauzat de supradozarea de substanțe organice din apa de canalizare; economisirea energiei termice și electrice; utilizarea sedimentelor concentrate la fermentarea metanică și/sau digestia aerobă cu utilizarea ulterioară în agricultură ca fertilizator organic/produs de ameliorare a solurilor; diminuarea mirosului pestilențial; reducerea suprafețelor pentru concentrarea sedimentelor; reducerea capacităților de volum ale utilajelor SEB; diminuarea impactului negativ asupra mediului.
2. De a dezvoltat termodinamica proceselor de precipitare-dizolvare a sărurilor puțin solubile de natură diferită și compoziție arbitrară în condițiile derulării diverselor reacții secundare între ionii fazelor solide și componentele soluției saturate. În calitate de reacții secundare vor fi considerate reacțiile de protonare a ligandului, hidroliza ionului metalic, formarea complexilor neutri, protonați și hidroxocomplexilor.
3. Cartografierea stării actuale a loturilor contaminate cu POP prin tehnologia GIS cu utilizarea softurilor ArcGIS și MapInfo și elaborarea setului de hărți speciale. Analiza spectrului de poluare extinsă prin metodele cromatografice cu utilizarea detectorului de masă pentru analiza substanțelor toxice persistente (PAH, PCB) și pesticidelor care nu aparțin grupului POP. Evaluarea condițiilor de implementare a tehnologiilor de remediere a loturilor contaminate pentru includerea în baza de date. Evaluarea riscurilor pentru mediu conform datelor noi. Analiza condițiilor geologice, pedologice și a spectrului de poluare pentru selectarea lotului poluat cu pesticide. Studiul parametrilor microbiologici a solului contaminat.

4. Elaborarea de către echipa de la USDC, în comun cu Institutul de Chimie și Institutul de Microbiologie și Biotehnologie, a programelor de formare profesională continuă în domeniul utilizării metodelor instrumentale moderne de determinare a poluanților în diverse obiecte ale mediului ambiant.
5. Identificarea metodelor instrumentale moderne de analiză chimică calitativă și cantitativă a substanțelor poluante în aerul atmosferic, apele naturale și reziduale și soluri. Elaborarea planului de studii și curricula disciplinară pentru programul de formare profesională continuă.

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

1. Pentru elaborarea procedurii de pre-tratare a apelor uzate, care va diminua semnificativ încărcătura materiei organice uzual prezente, au fost planificate următoarele activități:
  - a) Prelevarea și transportul probelor de apă uzată de la Stația Biologică de Epurare Măgdăcești și Stația Biologică de Epurare din or. Dondușeni la Institutul de Chimie.
  - b) Studiul capacității de sedimentare/fixare a materiei organice, pe diverși adsorbanti minerali locali și din reziduuri obținute din ape uzate, a probelor prelevate prin metode termogravimetrice, titrimetrice și spectroscopice.
  - c) Investigarea condițiilor optime de derulare a procesului de sedimentare/fixare a materiei organice pe adsorbantul/amestecul de adsorbanti selectați în funcție de compoziția apelor reziduale, timpul de pre-tratare, cantităților și raportul adsorbantilor selectați și a temperaturii mediului.
  - d) Proiectarea instalației - pilot de pre-tratare a apelor uzate supraîncărcate cu materie organică/poluanți organici la ÎM „Apă Canal Măgdăcești”.
2. Modelarea termodinamică a speciilor chimice se va utiliza la investigarea mobilității poluanților toxici în mediul ambiant.
  - a) Vor fi deduse relațiile de calcul a concentrației totale a speciilor solubile și insolubile toxice (gradul de poluare) în funcție de parametrii termodinamici ai sistemului eterogen multicomponent.
  - b) Vor fi obținute expresiile funcțiilor termodinamice globale în baza datelor experimentale, ce caracterizează cantitativ procesul de precipitare – dizolvare a compușilor greu solubili, ca: (I) gradul de precipitare și (II) concentrațiile reziduale ale componentelor fazei solide în soluțiile saturate în condiții reale. Se va ține cont de reacțiile de formare a complexilor și de hidroliza speciilor cationice și anionice.
  - c) Se va realiza analiza termodinamică a condițiilor de derulare a diverselor procese în baza caracteristicilor termodinamice globale.
  - d) Prin specierea poluanților se vor determina condițiile optime de eliminare ale acestora din apele reziduale.
3. Analiza distribuției spațiale a loturilor contaminate cu substanțele toxice cu caracteristica

detaliată a spectrului și nivelului de poluare, condițiilor de distribuție a substanțelor toxice (geomorfologice și geologice) și evaluarea riscurilor pentru mediu și sănătatea populației prin utilizarea tehnologiei GIS. Crearea hărților speciale cu informația privind concentrația și spectrul de poluare a substanțelor toxice și riscul pentru mediu. Clasificarea loturilor contaminate conform condițiilor de implementare a tehnologiei de remediere. Determinarea spectrului de poluare cu substanțele toxice al loturilor contaminate și altor obiecte ale mediului prin metodele moderne implementate în scopul îmbunătățirii sistemului de monitoring al calității mediului.

4. Selectarea lotului de sol poluat cu pesticide și prelevarea probelor de sol poluat, pentru examenul microbiologic. Determinarea toxicității solului poluat prin metoda plăcilor de sol, față de semințele de ovăz (*Avena sativa* L.) și de dovlecel (*Cucurbita pepo* L.). Determinarea grupelor funcționale de microorganisme supraviețuite în condițiile de poluare complexă.
5. Analiza literaturii de specialitate, a documentelor legislative și normative în vigoare în scopul elaborării programului de formare profesională continuă. Identificarea metodele instrumentale moderne de analiză chimică și selectarea metodelor ce vor fi predate în cadrul programului de formare profesională continuă. Elaborarea planului de studii pentru programul de formare profesională continuă. Elaborarea curricula disciplinară în conformitate cu planul de studii propus.

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

1. Migrarea industriei de producere alimentară din zonele urbane în cele rurale a contribuit esențial la schimbarea caracterului poluării apelor reziduale (tehnologie clasică, cu bioreactoare ciclice, cu tehnologia MBBR).

A fost identificată cauză dereglării procesului de epurare biologică la SEB Măgdăcești - schimbarea caracterului poluării apelor reziduale, sursa fiind desfășurarea activității unui nou agent economic axat pe preparare peștelui (afumat, sărat, marinat și alte produse din pește).

Prin investigații de laborator s-a constatat că cantitățile de substanțe poluante au sporit de circa 3 ori și nu permit stabilizarea procesului tehnologic de epurare biologică.

Stația de epurare Măgdăcești tip MBBR (Moving Bed Biofilm Reactor) a fost proiectată, montată și pusă în funcție pentru recepționarea și epurarea apelor uzate menajere cu  $CCO_{Cr}$  până la 650 mg/L, însă în condițiile actuale se colectează apă uzată din zonă cu concentrații peste 2300 mg/L cu evacuarea în mediul acvatic a apelor insuficient epurate după indicele de  $CCO_{Cr}$  până la 450 mg/L.

Apele epurate insuficient ajung la com. Porumbeni, unde fiind o zonă anaerobă în perioada de primăvară - toamnă, are loc un proces de dezvoltare a bacteriilor sulforeducătoare.

În zonele anaerobe are loc transformarea compușilor stabili cu conținut de sulf în hidrogen sulfurat, fiind o sursă de poluare a aerului cu miros persistent și insuportabil pentru cetățenii din zonă.

Epurarea acestor ape uzate nu poate fi realizată prin metode biologice de o singură treaptă,

concentrațiile la evacuarea în mediul acvatic fiind normate după  $CCO_{Cr}$  până la 125 mg/L după  $CBO_5$  până la 25 mg/L.

În baza contractului al Institutul de Chimie cu Izodromgaz S.R.L., a fost montată și pusă în funcție instalația TEST la SE Măgdăcești pentru analiza epurării în diferite condiții, anaerobe – aerobe – anoxe cu diferiți purtători de peliculă biologică, adsorbanți inclusiv, la diferit timp de formare și temperaturi ale mediului.

Datele experimentale obținute arată o diminuare a poluanților organici cu 54%, 64%, 65% pentru purtători hidrofilii și 69%, 79%, 72% pentru cei hidrofobi după 22, 68, 108 zile de inițiere a activității sistemelor. Alături de etapa aerobă care oxidează cantități esențiale de poluanți, etapa anaeroba trebuie de asemenea considerată mai ales în cazurile de concentrații tampon (supra-încărcătură majoră de scurt timp), separându-se porții destul de mari de solide organice și reducându-se acțiunea negativă asupra procesului aerob, ultimul fiind extrem de sensibil la fluctuații.

Din rezultatele obținute reiese următoarele concluzii: 1. Procesul anaerob de epurare s-a stabilizat pe purtător hidrofob după 22 zile iar cel hidrofil după 68 zile; 2. Intensitatea procesului anaerob de epurare se diminuează cu scăderea temperaturii apelor uzate (AU), pe când procesele aerobe se intensifică datorită dizolvării mai intense și transferului de oxigen; 3. Încărcătura specifică hidraulică și după poluanți a fost majorată în instalație de 3 ori față de cea a SEB Măgdăcești rezultatul obținut fiind până la 79% după  $CCO_{Cr}$ ; 4. Modelele cu alte încărcături specifice vor fi investigate în perioada primăvară – vară - toamnă 2021.

S-a recurs la utilizarea nămolului activ de la Stația de epurare biologică Chișinău, care produce cca 4000 metri cubi pe zi. La SEB Măgdăcești din cauza fluctuațiilor mari de încărcătură organică are loc dereglarea procesului de epurare. În experiențele de tratare a apelor uzate cu reziduuri de nămol activ (NA) s-a recurs la tratarea AU de la SEB Măgdăcești cu reziduu de NA de la SEBM Chișinău. Cercetările privind tratarea cu reziduu de NA s-au realizat pe două căi: 1) pre-tratarea AU supraîncărcată cu materie organică; 2) concentrarea sedimentelor organice. Tratarea AU de la fabrica de pește demonstrează că metoda de pre-tratare cu reziduu de NA poate fi utilă în ape uzate de diferită origine și vechime. Are loc și o compactare a solidului organic de cca 2 ori..

Au fost efectuate investigații privind acțiunea materialelor de fixare de tip cation-anion asupra poluanților din ape reziduale din SEB Măgdăcești în scopul eficientizării epurării apelor uzate. Frația medie de sediment subacvatic are un impact de fixare mai bun în comparație cu argila sponjată.

În prezent sunt solicitate tehnologii cu dispozitive eficiente de procesare, accesibile ca preț și simple în exploatare. Studiul compactării acestor reziduuri a fost realizat la instalația experimentală plasată în sediul SEBM Chișinău, evitându-se utilizarea reagenților de floculare pentru decurgerea procesului de compactare. Concentrarea părții organice depășește de cca 3.5 ori conținutul inițial (96% umiditate). Un mare avantaj este diminuarea spectaculoasă a concentrației ionului de amoniu și o diminuare suficientă a indicelui materiei organice,  $CCO_{Cr}$  în apa stratificată în procesul de compactare a solidelor organice. Cantitățile ionilor de metale grele în sedimentul primar sunt sub limitele admisibile pentru nămoluri folosite ca îngrășăminte organice.

A fost cercetată posibilitatea măririi nivelului de concentrare a solidelor organice flotante în funcție de forma reactorului, îngustând partea lui de sus. Mărirea conținutului de nitrat și nitrit duce la creșterea conținutului solidelor flotante, apoi la adăugarea ulterioară de  $\text{NO}_2^-$  și  $\text{NO}_3^-$  are loc sedimentarea completă ale acestora. A fost confirmată ipoteza de formare a complexilor insolubili ale aminelor cu nitrosamine și nitroamine. În urma adăugării de nitriți și nitrați aminele se oxidează până la nitrosamine și nitroamine care formează complecși cu restul aminelor neoxidate. La adăugarea unei cantități mai mari de  $\text{NO}_2^-$  și  $\text{NO}_3^-$  are loc oxidarea completă a aminelor. Complexul insolubil hidrofob ține în captare bulele microscopice de azot molecular, apoi se descompune și sistemul solid format pierde proprietatea de flotant. Tot solidul sedimentează. Reieșind din experiențele efectuate a fost proiectată schema principială a instalației pilot de compactare a solidelor organice ale SEB.

Cercetările descrise mai sus au fost extinse la SEB Dondușeni în scopul ajustării tehnologiei de epurare a AU.

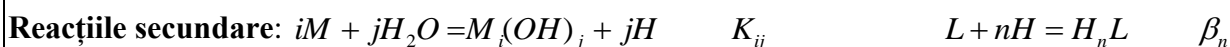
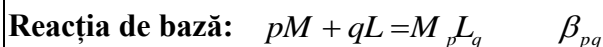
Reglarea reciclului a dat posibilitatea în procesul de denitrificare să se diminueze azotul amoniacal de la 74 până la 23 și în unele cazuri, mai jos de 10 mg/L. Pentru a diminua în continuare acest indice au fost efectuate primele încercări de oxidare într-o coloană cu substrat natural.

Valorile mari ale  $\text{NH}_4^+$  au fost puternic diminuate datorită procesului de denitrificare în regim de reciclu. Modelele de laborator în coloane cu substraturi hidrofile demonstau pentru apele subterane și de râu o diminuare a amoniului. În condiții de apă subterană sau de râu, coloana pregătită special pentru oxidarea ionului de amoniu s-a dovedit a fi eficientă. Acest efect nu s-a produs în cazul apei la ieșirea din SEB Dondușeni, datorită substanțelor organice care frânează acest proces. A fost estimată compoziția generală a materiei organice. Pentru a clarifica tipul de substanțe organice din apa de ieșire din SEB a fost folosit  $\text{CaCO}_3$ , care de regulă fixează partea anionică și fracția peptizată de sedimentul subacvatic. S-a ajuns la concluzia că partea majoritară a materiei organice solubile are structuri non-ionice. În cadrul lucrărilor de laborator a fost cercetată compoziția sedimentului stabilizat, care se obține în rezultatul procesului de epurare la SEB. Studiul termo-gravimetric și spectrul IR demonstrează prezența a unor cantități mari de substanțe humice necesare pentru îngrășarea și ameliorare a structurii solurilor.

2. Pentru realizarea etapei au fost selectate două baze: baza de date privind compoziția stoechiometrică a compușilor utilizați în modelul chimic al proceselor chimice complexe studiate și baza de date ale valorilor constantelor de echilibru în sistemele investigate (apele uzate) în urma analizei riguroase a valorilor experimentale tabelare existente. Au fost selectate valorile pentru un număr mare de constante de stabilitate necesare (hidroliza ionilor metalici, protonarea liganzilor anorganici și organici, formarea complexelor binare și mixte etc.) și constante de solubilitate, necesare în planificarea și optimizarea procesului de separare a poluanților.

Au fost deduse ecuațiile generalizate pentru sisteme omogene (compuse dintr-o singură fază, cea lichidă) și sisteme eterogene (din două faze, solidă și lichidă - soluție apoasă saturată),

care iau în considerare un set mare de reacții de precipitare-dizolvare, hidroliza ionului metalic, formare de complecși, protonarea anionului și ligandului etc. Necesitatea examinării unui proces integral derivă din faptul că natura și raportul concentrațiilor compușilor care se obțin în urma reacțiilor depind de raportul concentrațiilor substanțelor inițiale, temperatură și alți factori (parametri termodinamici). Important este de menționat că coeficienții stoechiometrici în reacțiile generalizate nu sunt cifre fixe, ci variabile, fiind fracții molare, care depind de compoziția sistemului, adică de raportul concentrațiilor componentelor sistemului și temperatura. La calculul fracțiilor molare se utilizează concentrațiile componentelor și constantele de echilibru, care sunt funcții de temperatura. Cu alte cuvinte, speciile chimice în soluție interacționează și se formează în cantități proporționale cu fracțiile molare respective. A fost examinat procesul de formare a complecșilor polinucleari în sistem omogen. Procesele care au loc în sistemul ion metalic – ligand se reprezintă schematic astfel:



Procesul general, care include posibilele echilibre chimice, luând în considerare toate speciile potențiale (complecși parentali și hidroxocomplecși micști ai ionilor metalici ce ușor pot fi hidrolizați, complecși în cazul exceselor largi de ligand, faze solide etc.), a fost descris prin următoarea ecuație GRE (cantitatea  $f_{ij}$  denotă fracția molară parțială a speciei respective). GRE este generalizarea unui set de ecuații chimice comune de reacții simultane, în care natura și raportul dintre concentrațiile de specii chimice formate depind de raportul dintre concentrațiile ionului metalic și liganzi, temperatura și altele factori.

$$\sum_{i=1} \sum_{j=0} \frac{1}{i} f_{ij}^i M_i(OH)_j + \left( \sum_{p=1} \sum_{q=1} \frac{q}{p} f_{pq} \right) \sum_{n=0} f_n H_n L = \sum_{i=1} \sum_{j=0} \frac{1}{i} f_{ij}^f M_i(OH)_j + \sum_{p=1} \sum_{q=1} \frac{1}{p} f_{pq} M_p L_q +$$

$$+ \sum_{i=1} \sum_{j=1} \frac{j}{i} (f_{ij}^i - f_{ij}^f) H_2O + \left[ \left( \sum_{p=1} \sum_{q=1} \frac{q}{p} f_{pq} \right) \left( \sum_{n=1} n f_n \right) - \sum_{i=1} \sum_{j=1} \frac{j}{i} (f_{ij}^i - f_{ij}^f) \right] H$$

A fost examinat procesul de dizolvare-formare a fazei solide  $M_m A_n(S)$ :



În rând cu procesul de dizolvare-formare într-un domeniu larg de variație a pH-ului soluției și concentrațiilor tuturor speciilor prezente sunt posibile un șir de reacții secundare ale componentelor sării atât cu producția de disociere al solventului (apei), cât și cu agenții de complexare ”externi” și ”interni” (liganzii L și A). Pentru evidența corectă a bilanțului de masă (**BM**) se admite că toate speciile chimice se formează în urma procesului global proporțional cu fracțiile molare parțiale. Ultimele se formulează în modul următor:

$$f_i = \frac{[M(OH)_i]}{C_M} = \frac{[M(OH)_i]}{\sum_{i=0}^m [M(OH)_i]} \quad f_j = \frac{[H_j A]}{C_A} = \frac{[H_j A]}{\sum_{j=0}^n [H_j A]}$$

În final, ecuația generalizată a reacțiilor ia forma:

$$M_m A_{n(S)} + \left( (n - m \sum_{p=0} \sum_{q=0} \sum_{r=0} p f_{pqr}) \sum_{j=1} j f_j - m \sum_{p=0} \sum_{q=0} \sum_{r=0} f_{pqr} - \left( m \sum_{p=0} \sum_{q=0} \sum_{r=0} q f_{pqr} \right) \sum_{k=0} k f_k \right) H +$$

$$+ m \sum_{p=0} \sum_{q=0} \sum_{r=0} r f_{pqr} H_2 O + \left( m \sum_{p=0} \sum_{q=0} \sum_{r=0} q f_{pqr} \right) \sum_{k=0} f_k H_k L = m \sum_{p=0} \sum_{q=0} \sum_{r=0} f_{pqr} M A_p L_q (OH)_r +$$

$$\left( n - m \sum_{p=0} \sum_{q=0} \sum_{r=0} p f_{pqr} \right) \sum_{j=0} f_j H_j A$$

A fost dedusa expresia pentru calculul variației energiei Gibbs a reacției dizolvare-formare a fazei solide  $M_m A_{n(S)}$  în condițiile derulării simultane a reacțiilor, descris prin ecuația generalizată:

$$\Delta G_S^{sum} = -RT \ln K_S \alpha_M^m \alpha_A^n + RT \ln (C_M^0)^m (C_A^0)^n.$$

unde  $\alpha$  – un coeficient ce ține cont de toate reacțiile secundare ce au loc în sistem. În cazul hidrolizei ionului metalic și protonării anionului coeficientul  $\alpha$  se calculează în modul următor:

$$\alpha_M = C_M^r / [M] = 1 + \sum_{i=1} \sum_{j=1} i K_{ij} [M]^{i-1} [H]^{-j}$$

$$\alpha_A = C_A^r / [A] = 1 + \sum_{k=1} \beta_k [H]^k$$

În cazul când  $\Delta G_S^{sum} > 0$  are loc depunerea precipitatului sării, dacă  $\Delta G_S^{sum} < 0$ , atunci precipitatul nu se formează. Egalitatea  $\Delta G_S^{sum} = 0$  reflectă condițiile începutului de precipitare-dizolvare a sării puțin solubile.

Au fost analizate sistemele polinucleare, pentru care familia de curbe se intersectează într-un punct. S-a demonstrat ca punctul comun real de intersecție din diagrama curbelor de formare conține informații utile cu privire la modelul de echilibru pentru sistemele polinucleare, ca natura, compoziția și stabilitatea termodinamică a complexilor mononucleari și polinucleari.

S-a demonstrat că există două condiții de apariție a punctului de intersecție real: (a) derivata funcției de formare după concentrația totală a uneia din componente în condițiile de invariabilitate a celei de a doua componente trebuie să fie egală cu zero și (b) semnul acestei variabile se schimbă la trecerea prin punctul de intersecție comun. Expresia obținută pentru funcția de formare în acest punct de intersecție este:

$$\frac{\sum_{q=2} \sum_{p=1} p f_{qp} - \sum_{q=2} \sum_{p=1} \frac{p}{q} f_{qp}}{\sum_{q=1} \sum_{p=1} (q-1) f_{qp}} = Z$$

S-a dovedit existența a trei clase distincte de sisteme polinucleare, pentru care  $Z$  nu depinde de concentrația de echilibru  $[M]$ , deci se îndeplinesc condițiile pentru punctul de intersecție real. Constantele de stabilitate, calculate cu ajutorul expresiilor derivate au fost utilizate ca valori inițiale în procesul de calcul iterativ, precum și pentru verificarea datelor tabulare existente. În unele cazuri, este posibil să se calculeze constantele de stabilitate folosind doar coordonatele punctului de intersecție real comun. Ecuațiile obținute prezintă un interes special atunci când datele experimentale pot fi interpretate în mai multe modele. Cu toate acestea, trebuie remarcat faptul că această abordare conține unele limitări: (a) este aplicabilă pentru determinarea constantelor de stabilitate numai pentru speciile chimice, care se formează în condițiile intersecției curbelor de formare; (b) ecuațiile deduse sunt aplicabile numai pentru anumite modele; (c) datele experimentale trebuie să acopere o gamă suficient de mare de concentrații a



componentelor pentru a evita potențialele greșeli în interpretarea naturii punctului comun de intersecție.

3. A fost obținută distribuția spațială a loturilor contaminate cu substanțe toxice cu caracteristica detaliată a spectrului și nivelului de poluare, condițiilor de distribuție a substanțelor toxice (geomorfologice și geologice) și evaluarea riscurilor pentru mediu și sănătatea populației prin utilizarea tehnologiei GIS. Au fost create hărțile speciale cu informația privind concentrația și spectrul de poluare a substanțelor toxice și riscul pentru mediu. A fost propusă clasificarea loturilor contaminate conform condițiilor de implementare a tehnologiei de remediere. A fost determinat spectrul de poluare cu substanțe toxice al loturilor contaminate și altor obiecte ale mediului prin metodele moderne implementate în scopul îmbunătățirii sistemului de monitoring al calității mediului. Următorii parametri trebuie să fie luați în considerare pentru elaborarea programului de remediere: nivelul și spectrul de contaminare; tipul solurilor; suprafața ariei de contaminare și grosimea stratului contaminat; condiții geologice și geomorfologice; prezența construcțiilor sau resturi de construcții pe lotul contaminat. Toate datele necesare pentru elaborarea hărților GIS sunt colectate și prezentate în formatul bazelor de date GIS.

Au fost implementate metodele de analiza cromatografice (GC-MS) pentru lărgirea spectrului substanțelor toxice analizate. Au fost determinate pesticidele moderne, care sunt actual în utilizare, în probele apelor de suprafața (râurile mici) care drenează teritoriile agricole pentru caracteristica poluării difuză și punctuală. Aceasta este important pentru crearea listei de monitoring a obiectelor de mediu la nivel național.

A fost realizat un studiu de caz pentru caracteristica actuală a loturilor contaminate cu POP în regiunea din apropierea râului Nistru. Cercetările au arătat că nivelul și spectrul de contaminare nu s-au schimbat în mod esențial după inventarierea în an. 2009 - 2010. Concluzia generală este că riscurile ridicate pentru sănătatea publică și de mediu nu s-au schimbat semnificativ. Acțiunile de remediere sunt necesare pentru loturile contaminate. Cadrul legal actual este dedicat aproape tuturor domeniilor de gestionare a substanțelor chimice, inclusiv a celor toxice, cu toate acestea, gestionarea deșeurilor toxice, în cazul nostru al pesticidelor învechite, lipsește în Republica Moldova. Cerința specială și normele de calitate ar trebui elaborate și adoptate în continuare pentru gestionarea și remedierea siturilor contaminate utilizând cele mai bune practici internaționale. Alt factor important este elaborarea și aprobarea standardelor de calitate a mediului care indică concentrațiile admisibile de substanțe periculoase în sol pe baza tipului de utilizare a terenului: în agricultură, rezidențial, comercial și industrial.

A fost selectat și studiat un lot cu risc înalt de contaminare cu POP și a fost elaborat planul pe realizare a experimentului de Bio-remediere a solului cu partenerii din Institutul de Microbiologie pentru anul viitor.

4. A fost selectat un teren cu un conținut înalt de poluanți organici persistenti, situat lângă satul Slobozia-Dușca, raionul Criuleni, Republica Moldova. Coordonatele geografice ale depozitului:  $X = 29.087525404$   $Y = 47.1742800600001$ ; suprafața aproximativă a terenului: 7600 m<sup>2</sup>.

Au fost efectuate deplasări pe teritoriul fostului depozit de pesticide. La momentul investigării în raza sitului au fost identificate: fundamentul depozitului de pesticide și fundamentul stației de pregătire a soluțiilor de pesticide. Teritoriul sitului este acoperit de vegetație și de asfalt.

Fostul depozit de pesticide CR-Slobozia Dusca-01 se află extrem de aproape de pășuni și teren arabil. În rază de 300 metri de la terenul investigat s-au identificat următorii receptori de risc: teren arabil/culturi anuale – distanța 5 m, pășuni – distanța 5 m. În sectorul de până la 1000 m în jos pe relief de la terenul investigat s-au identificat următorii receptori de risc: râu – distanța 450 m, bazin acvatic – distanța 690 m.

Prelevarea primară a mostrelor de sol de pe situl contaminat cu pesticide a fost realizată conform protocolului (ГОСТ 17.4.4.02-2017). Au fost colectate trei probe complexe de sol din diferite zone ale sitului conform protocolului: 3 probe sol poluat x 20 probe pentru formarea proba medie = 60 manipulări.

A fost determinat nivelul de poluare a solului cu POPs în perimetrul terenului CR-Slobozia Dusca-01: 3 probe sol poluat x 4 repetări = 12 manipulări.

Zonele de prelevare sunt diferite în nivelul de contaminare și au fost selectate pentru caracterizarea contaminării mai detaliată. Rezultatele analizelor de laborator privind nivelul de poluare a solului în perimetrul terenului investigat comparativ nivelului de contaminare istoric.

A fost colectat sol de referință, sau sol martor, prelevat la distanța de 200 m de la depozit pe panta în creștere, proba medie de sol poluat din teritoriul fostului depozit de pesticide și trei probe complexe de sol poluat din trei locații a sitului conform protocolului: (sol de referință + 4 probe sol poluat) x 20 probe pentru formarea proba medie = 100 manipulări.

A fost determinată valoarea pH-ului la toate probele de sol colectate.

A fost determinată fitotoxicitatea solului poluat cu pesticide prin metoda plăcilor de sol: 2 culturi de plante x 5 variante de sol x 5 repetări = 50 manipulări.

A fost evaluat gradul de fitotoxicitate a solului de referință și solului poluat prin metoda plăcilor de sol, cu aplicarea semințelor de ovăz și dovlecel. Gradul toxicității solului a fost determinat după diferența în lungimea rădăcinilor între variantele experimentale și martor (drept martor a fost utilizată apa distilată) și se calcula după formula:  $Gt = 100 - (Lx / Lm) \times 100$ , unde Gt – gradul toxicității solului; Lm – lungimea rădăcinilor în varianta martor; Lx – lungimea rădăcinilor în varianta experimentală.

Au fost determinate grupe funcționale de microorganisme, care sunt implicate în procesele de transformare a azotului: (sol poluat + 4 variante sol de referință) x 4 variante de mediu (Czapek, MAA, agar nutritiv, Ashby) x 3 diluții x 5 repetări de determinare = 300 manipulări.

Experimentele noastre nu au vizat o caracterizare a tuturor grupelor de microorganisme din sol, ci doar studierea populației indigene de microorganisme, care asimilează azotului și au supraviețuit în condițiile dure ale unui stres toxic îndelungat.

Tehnica de lucru a fost bazată pe metodele bacteriologice de analiză uzuale și pe utilizarea mediilor nutritive, considerate cele mai informative pentru studiul comparativ ale acestor grupe de microorganisme [Методы общей бактериологии, 1984; Методы почвенной микробиологии, 1991]. Prezența bacteriilor amonificatoare în solul bioremediat a fost stabilită prin însămânțări pe mediul agar nutritiv (AN), bacteriile, care asimilează formele

minerale de azot și actinomicetele – pe mediul amidono-amoniacal (MAA), micromicetele – pe mediul Czapek, iar oligonitrofilii și bacteriile din g. *Azotobacter* – pe mediul Ashby.

Pentru caracterizarea microbiologică a fost utilizată metoda de calcul al numărului total de microorganisme.

5. Pentru atingerea scopului și obiectivelor planificate au fost realizate un șir de activități. Astfel, au fost analizate documentele legislative și normative în vigoare ce reglementează formarea profesională continuă:

- Codul Educației al Republicii Moldova nr. 152 din 17 iulie 2014 (Monitorul Oficial al Republicii Moldova, 2014, nr.319-324);
- Nomenclatorul domeniilor de formare profesională și al specialităților în învățământul superior, aprobat prin Hotărârea Guvernului nr. 482 din 28 iunie 2017;
- Regulamentul cu privire la formarea continuă a adulților, aprobat prin Hotărârea Guvernului Republicii Moldova nr. 193 din 24 martie 2017;
- Strategia Națională de Dezvoltare „Moldova 2030”;
- Strategia de Mediu pentru anii 2014-2023, aprobată prin Hotărârea Guvernului Republicii Moldova nr. 301 din 24 aprilie 2014;
- Strategia de Dezvoltare a Sectorului Întreprinderilor Mici și Mijlocii pentru anii 2012-2020, aprobată prin Hotărârea Guvernului nr. 685 din 13 septembrie 2012;
- Strategia sectorială de cheltuieli pe sectorul infrastructurii calității și protecției consumatorilor pentru anii 2020-2022;
- Foaia de parcurs pentru ameliorarea competitivității Republicii Moldova, aprobată prin Hotărârea Guvernului Republicii Moldova nr. 4 din 14 ianuarie 2014.

Racordarea pregătirii profesionale a formabililor la cerințele pieței forței de muncă, impune imperativ învățarea pe parcursul vieții. Una dintre cele mai eficiente forme este formarea continuă „Metode instrumentale de analiză în chimie”, prin programe specializate oferite de cadre științifico-didactice din învățământul superior, capabile să dezvolte competențe profesionale și transversale. Au fost analizate documentele legislative și normative în vigoare ce reglementează formarea profesională continuă. Astfel, programul de formare profesională continuă „Metode instrumentale de analiză în chimie” este elaborat în conformitate cu prevederile titlului VII *Învățarea pe tot parcursul vieții* din *Codului Educației* al RM (2014), cu *Regulamentul cu privire la formarea continuă a adulților*, aprobat prin HG al RM nr. 193 din 24.03.2017. Conceput ca un program multimodular, formarea continuă este proiectată cu un volum de muncă de 8 credite ECTS sau 240 de ore academice : *Metode cromatografice de analiză a poluanților* (3 credite, 90 ore), *Metode spectrometrice de analiză a poluanților* (3 credite, 90 ore) și *Validarea/verificarea metodelor și estimarea incertitudinii de măsurare și asigurarea calității rezultatelor încercărilor chimice* (2 credite, 60 ore) pentru programul de formare profesională continuă.

În urma analizei literaturii de specialitate și a articolelor de ultimă oră din domeniu și consultării cu potențialii beneficiari, au fost identificate metodele instrumentale moderne de analiză chimică calitativă și cantitativă a substanțelor poluante în aerul atmosferic, apele naturale și reziduale și soluri.

Programul elaborat are drept scop să dezvolte/îmbunătățească competențele profesionale și generale ale formabililor, prin studierea metodelor moderne de analiză spectrometrică și cromatografică; experimentarea procedeelelor de pregătire a probelor de diferită natură; familiarizarea cu elementele constructive și regulile de întreținere a utilajelor și instalațiilor de laborator; aplicarea în practică a metodelor de interpretare și validare a rezultatelor determinărilor realizate. Programul elaborat de formare profesională continuă „Metode instrumentale de analiză în chimie” este orientat să formeze competențe valoroase utile pentru activitatea profesională; se axează pe o abordare inovațională, cu implementarea tehnologiilor moderne, dezvoltarea gândirii critice pentru a forma cadre calificate, care ar corespunde provocărilor viitorului și ar avea un stil de dezvoltare autodidact. Programul de formare profesională continuă este preconizat pentru formarea specialiștilor calificați capabili să-și exerseze responsabil atribuțiile de serviciu și să se adapteze rapid la noile exigențe economice.

Programul elaborat de formare profesională continuă „Metode instrumentale de analiză în chimie” este orientat să formeze competențe valoroase utile pentru activitatea profesională; se axează pe o abordare inovațională, cu implementarea tehnologiilor moderne, dezvoltarea gândirii critice pentru a forma cadre calificate, care ar corespunde provocărilor viitorului și ar avea un stil de dezvoltare autodidact. Programul de formare profesională continuă este preconizat pentru formarea specialiștilor calificați capabili să-și exerseze responsabil atribuțiile de serviciu și să se adapteze rapid la noile exigențe economice.

Programul de formare profesională continuă propune dezvoltarea competențelor profesionale de aplicare a noilor metode instrumentale de analiză a poluanților în diverse obiecte a mediului ambiant, de manipulare corectă a utilajului și echipamentului de laborator și de prelucrare a datelor experimentale; abilități necesare pentru a face față dinamicilor și provocărilor științifice, sociale și comunitare. În cadrul formării prin acest program, formabilii vor însuși principiile metodelor instrumentale de analiză pentru dezvoltarea bazei teoretice și vor aplica aceste cunoștințe la determinarea componentelor majori, minori sau în urme de poluanți din diverse probe și la interpretarea corectă a datelor experimentale obținute. Relevanța dezvoltării acestui domeniu de formare profesională derivă din necesitatea formării specialiștilor profesioniști, competenți și de calitate, care vor susține dezvoltarea economiei Republicii Moldova.

## 5. Rezultatele obținute

S-au studiat condițiile de derulare a procesului de sedimentare/fixare a materiei organice pe nămol activ, argilă sponjată, fracție argiloasă medie din sediment subacvatic în diverse proporții, în funcție de compoziția apelor reziduale, timpul de pre-tratare, cantitățile și raportul adsorbanților. S-a obținut o reducere a substanței organice solubile în apele uzate (AU) de cel puțin de 2 ori.

S-a construit și testat instalația TEST și s-au obținut rezultate inițiale pentru purtători de peliculă bacteriană hidrofilă și hidrofobă în condiții de sarcină de poluare sporită. S-au făcut recomandări pentru stațiile de epurare biologică (SEB) din Măgdăcești și Dondușeni. S-a obținut o compactare a sedimentului organic de peste 3.5 ori după o oră de procesare, umiditatea 96% și

de 7.5-8 ori după o zi și umiditatea 92%. Sedimentul organic stabilizat, conținând 20-40% substanțe humice poate fi utilizat la îngrășarea și ameliorarea solurilor sărace, cu structură deteriorată. S-a proiectat și este în construcție instalația pilot pentru pre-epurarea apelor de canalizare la intrarea în SEB și separarea solidelor organice, rezultante ale procesului de epurare biologică.

S-au dedus ecuațiile generalizate (EG) pentru sisteme omogene și sisteme eterogene care iau în considerare un set mare de reacții de precipitare-dizolvare, hidroliza ionului metalic, formare de complecși, protonarea anionului și ligandului etc. În baza EG s-a dedus expresia de calcul al variației energiei Gibbs a procesului global în sistemul eterogen.

S-a demonstrat ca punctul comun real de intersecție din diagrama curbelor de formare conține informații utile cu privire la modelul de echilibru pentru sistemele polinucleare, cum sunt natura, compoziția și stabilitatea termodinamică a complecșilor mononucleari și polinucleari.

S-a obținut distribuția spațială a loturilor contaminate cu diverse substanțe toxice utilizând tehnologia GIS. S-au caracterizat loturile contaminate cu diferiți poluanți: pesticidele POP; PCB; metalele grele și alte substanțe toxice; cu contaminarea complexă (PAH, POP, alte pesticide, metalele grele). Hărțile speciale în format GIS prezintă concentrația poluanților în soluri și spectrul de contaminare. A fost propusă clasificarea și caracteristica loturilor pentru elaborarea și implementarea tehnologiei de remediere.

Pe terenul cu un conținut înalt de POP, lângă satul Slobozia-Dușca, raionul Criuleni au fost determinate 9 substanțe POPs în concentrații ce corespund nivelului ridicat de contaminare. S-a stabilit, că solul poluat este toxic pentru semințele de ovăz și dovlecel; gradul de toxicitate a solului constituind 63,47% și 65,82% respectiv. S-a demonstrat că sub influența îndelungată a substanțelor toxice are loc restructurarea cenozei microbiene a solului în direcția micșorării diversității microbiene.

S-au elaborat programul, planul de studii și curricula disciplinei „Metode instrumentale de analiză în chimie”, care propune dezvoltarea competențelor profesionale de aplicare a noilor metode instrumentale de analiză a poluanților în diverse obiecte ale mediului ambiant, de manipulare corectă a utilajului și echipamentului de laborator și de prelucrare a datelor experimentale. Este destinat formării continue a inginerilor, tehnicienilor, laboranților și cercetătorilor care activează în laboratoare științifice, de control al calității produselor, de analiză a diverselor tipuri de probe (inclusiv în scopuri medicinale), de monitoring al mediului ambiant.

## 6. Diseminarea rezultatelor obținute în formă de publicații

### - Capitol în monografii editate în străinătate:

1. VASEASHTA, A., DUCA, G., CULIGHIN, E., BOGDEVICI, O., KHUDAVERDYAN, S.; SIDORENKO, A. *Smart and connected sensors network for watercontamination monitoring and situational awareness. Functional Nanostructures and Sensors for CBRN Defence and Environmental Safety and Security*. Chapter 20, ed. A. Sidorenko, H. Hahn. Dordrecht, Netherlands, Springer, 2020, 365 p. ISBN13 9789402419115. <https://www.bookdepository.com/Functional-Nanostructures-Sensors-for-CBRN-Defence-Environmental-Safety-Security-Anatolie-Sidorenko/9789402419115?ref=grid-view&qid=1574222042922&sr=1-634>

2. POVAR I., SPINU, O., LUPASCU, T., DUCA, Gh. Thermodynamic Stability of Natural Aqueous Systems. In: *Handbook of Research on Emerging Developments and Environmental Impacts of Ecological Chemistry*. IGI Global, 2020, pp. 76-108. ISBN13 9781799812418. [https://doi.org/ 10.4018/978-1-7998-1241-8.ch004](https://doi.org/10.4018/978-1-7998-1241-8.ch004)
3. POVAR I., SPINU, O. Buffer properties of heterogeneous mixtures “mineral – natural waters”. In: *Handbook of Research on Emerging Developments and Environmental Impacts of Ecological Chemistry*. IGI Global, 2020, pp. 164-196. ISBN13 9781799812418. [https://doi.org/ 10.4018/978-1-7998-1241-8.ch008](https://doi.org/10.4018/978-1-7998-1241-8.ch008)

**- articole din reviste**

**- articole din reviste cu factor de impact 1,0-2,9**

4. POVAR, I., ZINICOVSCAIA, I., UBALDINI, S., SPINU, O., PINTILIE, B., LUPASCU, T., DUCA, Gh. Thermodynamic analyzing of heavy metals precipitation for recovery from industrial wastewaters. In: *Environmental Engineering and Management Journal*. 2020, vol. 19, nr. 2, pp. 281-288. Print ISSN: 1582-9596. (IF 1.186)

**- articole în alte reviste editate în străinătate**

5. DUCA, Gh., LUPAȘCU, T., GONTA, A., POVAR, I., TIMBALIUC, N., LUPAȘCU, L. Enhanced biomedical properties of chitosan-Enoxil films. In: *Farmacia*. 2019, vol. 67, nr. 6, pp. 1048-1053. ISSN 1810-6455. <https://doi.org/10.31925/farmacia.2019.6.16>
6. POVAR, I., SPINU, O., PINTILIE, B. Graphical and computational methods for determining the stability constants of mono- and polynuclear complexes with a common intersection point of the family of formation curves. In: *Romanian Journal of Ecology & Environmental Chemistry*. 2020, vol. 2, nr. 2, pp. 70-77. ISSN-L: 2668-5418. <https://doi.org/10.21698/rjeec.2020.210>
7. RASTIMESINA, I., POSTOLACHI, O., JOSAN, V. Bioremediation and phytoremediation of pesticide contaminated soil: microbiological study. In: *Lucrări Științifice Seria Horticultură*. 2020, vol. 63, nr. 1-2. ISSN 1454-7376. (Acceptat spre publicare).

**- articole din reviste naționale**

**Categoria A**

8. UBALDINI, S., POVAR, I., LUPASCU, T., SPINU, O., TRAPASSO, F., PASSERI, D., CARLONI, S., GUGLIETTA, D. Application of innovative processes for gold recovery from romanian mining wastes. In: *Chemistry Journal of Moldova*. 2020. ISSN 1857-1727 (print). <http://dx.doi.org/10.19261/cjm.2020.718>

**Categoria B**

9. PINTILIE, B., SPINU, O., POVAR, I. Sugestii metodologice de predare a solubilității compușilor puțin solubili. In: *Didactica Pro*. 2020, vol. 1, nr. 119, pp. 37-42. ISSN 1810-6455. CZU 378.016:546.1. [doi.org/10.5281/zenodo.3695371](https://doi.org/10.5281/zenodo.3695371).

**- articole în culegeri (naționale / internaționale):**

10. BOGDEVICH, O., IORDANOV, R.I., MELNICENCO, E., ARGHIR C. The characteristic of old pesticide storages contaminated by POPs substance situated close to Nistru river bank. In: *Culegerea de articole conferinței internaționale "Inovații biogeochimice în condițiile de corecție a tehnogenezei biosferei"* dedicat aniversării a 125 de ani de la nașterea academicianului A.P. Vinogradov, 5-6 noiembrie, 2020, Tiraspol, pp. 25-28.
11. POVAR I., SPINU, O. Thermodynamic method for calculating mineral equilibrium. In: *Proceeding of the International Scientific Ecological Conference "Agricultural landscapes, their sustainability and developmental features"*, March 24–26, 2020, Krasnodar, Russia, pp. 228-231. ISBN 978-5-907294-64-6. <http://is.nkzu.kz/publishings/%7BE03F56A7-A5B7-4065-BBF1-D58F30716A9D%7D.pdf>
12. VIȘNEVSCHI, A. Technological solutions for more efficient operation of the biological treatment plant of the municipal enterprise „APĂ-CANAL” Măgdăcești. *Proceeding of the International Conference "EU integration and management of the Dniester river basin"*, October 8-9, 2020, Chisinau, Moldova, pp. 34-38.
13. ПОВАР, И., СПИНУ, О., ПИНТИЛИЕ Б. Термодинамический анализ распределения растворимых и нерастворимых частиц меди (I) и меди (II) в системах содержащих тиосульфат и аммоний. In: *Научно-практическая конференция с международным участием и элементами школы молодых ученых «Перспективы развития металлургии и машиностроения с использованием завершенных фундаментальных исследований и НИОКР»*, 06 – 09 октября 2020, Екатеринбург, Россия, pp. 90-94. ISBN 978-5-907297-48-7

7. Diseminarea rezultatelor obținute în formă de prezentări (comunicări, postere, teze/rezumat/abstracte) la foruri științifice

1. BOGDEVICH, O., ENE, A., NICOARA, I., NICOLAU, E., CULIGHIN, E., CADOCINICOV, O., GRIGORAȘ, M. The analysis of the spatial distribution of POPs contaminated sites in Low Danube Region of Republic of Moldova. In: *International conference Environmental Toxicants in Freshwater and Marine Ecosystems in Black Sea Basin*. Kavala, Greece, 9 – 11 September, 2020. <https://facebook.com/Monitox.project.BSB27>. Prezentare on-line - Bogdevich Oleg.
2. BOGDEVICH, O., ENE, A., CADOCINICOV, O., JELEAPOV, V., NICOARA, I., NICOLAU, E., CULIGHIN, E., GRIGORAȘ, M. The study of modern and obsolete pesticides in groundwater of Republic of Moldova. In: *International conference Environmental Toxicants in Freshwater and Marine Ecosystems in Black Sea Basin*, Kavala, Greece, 9 – 11 September, 2020 <https://facebook.com/Monitox.project.BSB27>. Prezentare on-line - Bogdevich Oleg.
3. BOGDEVICH, O., ENE, A.; CADOCINICOV, O., CULIGHIN, E. The characteristic of stable isotope composition of the precipitation for the evaluation of water cycle in transboundary region Romania, Ukraine and Republic of Moldova. In: *International conference "Environmental Toxicants in Freshwater and Marine Ecosystems in Black Sea Basin"*, Kavala, Greece, 9 – 11 September, 2020 <https://facebook.com/Monitox.project.BSB27>. Prezentare on-line - Bogdevich Oleg.

4. BOGDEVICH, O., ENE, A., CADOCINICOV, O., NICOLAU, E., CULIGHIN, E., GRIGORAȘ, M. The study of PAHs and BTEX pollution spectrum of petrol contaminated site: distribution pattern and risk assessment. In: Conf. Proceeding o the *International Conference "Environmental Challenges in the Black Sea Basin: Impact on Human Health"*, Galati, Romania, September 23rd-26th, 2020, p. 12. Prezentare on-line - Bogdevich Oleg.
5. BOGDEVICH, O., ENE, A., NICOARA, I., CADOCINICOV, O., NICOLAU, E., CULIGHIN, E., GRIGORAȘ M. Soil contamination and risks for human health in Low Danube Region. In: Conf. Proceeding o the *International Conference "Environmental Challenges in the Black Sea Basin: Impact on Human Health"*, Galati, Romania, September 23rd-26th, 2020, p. 19. Prezentare on-line - Bogdevich Oleg.
6. ENE, A., ZUBCOV, E., SPANOS, T., BOGDEVICH, O., TEODOROF, L., DENGHA, YU., FRONTASYEVA, M., STIHI, C., PANTELICĂ, A., DULIU, O. International interdisciplinary cooperation for monitoring of inorganic and radioactive toxicants in the Lower Danube Euroregion, Black and Aegean Seas Basins. In: *Conf. Proceeding o the International Conference "Environmental Challenges in the Black Sea Basin: Impact on Human Health"*, Galati, Romania, September 23rd-26th, 2020, p. 6. Prezentare on-line - Bogdevich Oleg.
7. ENE, A., ZUBCOV, E., SPANOS, T., BOGDEVICH, O., TEODOROF, L. Review of measurements data for natural radioactivity and risk to population in selected areas from MONITOX network. In: *Conf. Proceeding o the International Conference "Environmental Challenges in the Black Sea Basin: Impact on Human Health"*, Galati, Romania, September 23rd-26th, 2020, p. 14. Prezentare on-line - Bogdevich Oleg.
8. ENE, A., ZUBCOV, E., SPANOS, T., BOGDEVICH, O., TEODOROF, L., BOCANEALA, C. MONITOX health risk calculator and ICT tools for improved dissemination of scientific information in the Black Sea Basin. In: *Conf. Proceeding o the International Conference "Environmental Challenges in the Black Sea Basin: Impact on Human Health"*, Galati, Romania, September 23rd-26th, 2020,p. 42. Prezentare on-line - Bogdevich Oleg.
9. POVAR, I., SPINU, O. Method for the determination of the equilibrium constants in the „slightly soluble complexonate - saturated aqueous solution” systems. In: *Abstracts of the 1<sup>st</sup> European NECTAR Conference*, March 05<sup>th</sup> – 06<sup>th</sup>, 2020, Belgrade, Serbia. Poster 21.
10. RASTIMESINA, I.; POSTOLACHI, O.; JOSAN, V. Bioremediation and phytoremediation of pesticide contaminated soil: microbiological study. In: *International Congress "Life sciences today for tomorrow"*, USAVM Iași, Romania, 22-23 octombrie 2020, p. 31. Comunicare orală - Rastimeșina Inna.
11. SPĂTARU, P., VIȘNEVSCHI, AL. Eficientizarea procesului de epurare folosind rezid de namol activ. *Proceeding of the International Conference "EU integration and management of the Dniester river basin"*, October 8-9, 2020, Chișinău, Moldova, pp. 302-306. Comunicare orală – Spătaru Petru.
12. SPATARU, P.; MAFTULEAC, A.; POVAR, I.; PINTILIE, B.; SPINU, O. Method for concentration of the organic component in suspension from residual waters. *EURO INVENT: 12th European Exhibition of Creativity and Innovation*. Iași, Romania, 21-23 May 2020. Poster (Medalia de bronz).
13. TEODOROF, L., BURADA, A., DESPINA, C., SECELEANU-ODOR, D., SPIRIDON, C.,



TIGANUS, M., TUDOR, M., ENE, A., ZUBCOV, E., SPANOS, T., BOGDEVICH, O. Sediments quality assessment in terms of integrated indices from Romanian MONITOX network (2019 – 2020). In: *Conf. Proceeding o the International Conference “Environmental Challenges in the Black Sea Basin: Impact on Human Health”*, Galati, Romania, September 23rd-26th, 2020, p. 11. Prezentare on-line - Bogdevich Oleg.

**8. Protecția rezultatelor obținute în formă de obiecte de proprietate intelectuală**

SPĂTARU, P. , MAFTULEAC, A., POVAR, I., PINTILIE, B., SPÎNU, O. *Procedeu de concentrare a reziduurilor solide organice din sedimentele apelor reziduale*. Hotărâre pozitivă nr. 9524 din 2020.05.20 la cererea de brevet, nr. depozit a 2019 0046, data depozit 2019.05.31.

## 9. Materializarea rezultatelor obținute

S-a construit și pus în funcțiune instalația TEST la SEB Măgdăcești pentru analiza epurării în diferite condiții, anaerobe – aerobe – anoxe cu diferiți purtători de peliculă biologică, adsorbantii inclusiv, la diferit timp de formare și temperaturi ale mediului.

Prin metoda spectroscopiei în infraroșu (IR) a fost studiată compoziția chimică calitativă a calculilor renali proveniți de la pacienți ce suferă de urolitiază. Au fost studiate și descifrate spectrele IR ale calculilor renali de la 50 de pacienți.

### **Realizarea proiectelor internaționale în anul 2020:**

„**COST Action 18202** „*Network for Equilibria and Chemical Thermodynamics Advanced Research*”. Implementation period 02.10.2019 – 01.10.2023. Dr. hab. Igor Povar, Oxana Spînu

**COST Action 19120** „*WATER isotopeS in the critical zONE: from groundwater recharge to plant transpiration WATSON*”. Implementation period 24.09.2020 – 23.09.2024. Dr. Oleg Bogdevici.

**Horizon 2020 Marie Skłodowska-Curie Research and Innovation Staff Exchange project** No. 737641: *NanoMed - Nanoporous and Nanostructured Materials for Medical Applications*. Project manager MD: acad., dr. hab., prof. Tudor Lupascu. Implementation period 01.01.2017-31.12.2020.

**Danube Transnational Programme INTERREG** „*Danube Hazard m3c*”. Project manager MD: Dr. Oleg Bogdevici. Implementation period 01.07.2020 – 31.12.2022.

**Programului de cooperare tehnică cu Agenția Energie Atomică** „*Establishing Capacities for Isotope Hydrology Techniques for Water Resources and Climate Change Impact Evaluation*” (MOL7001). Director de proiect MD: Dr. Oleg Bogdevici. Perioada de realizare 2020-2023.

**TC Project RER7013** „*Evaluating Groundwater Resources and Groundwater Surface-Water Interactions in the Context of Adapting to Climate Change*”. Studiul de caz „*Surse, vârstă și modele de reîncărcare a apelor subterane din Europa Sud-Est*”. Director de proiect: Dr. Oleg Bogdevici. Perioada de realizare 2020-2023.

**Proiect în cadrul programului Națiunilor Unite pentru Mediu/Coaliția pentru Climă și Aer Curat** „*Suport pentru planificarea acțiunilor la nivel național în vederea reducerii poluanților climatici de scurtă durată*”. Director de proiect: Dr. Bogdevici Oleg. Perioada de realizare: 2019-2020.

**Proiectul științific de cercetare moldo-belarus 19.80013.51.07.09A/BL** „*Acțiunea specifică a nanozimelor multifuncționale asupra organismelor vegetale și microbiene în condițiile agriculturii durabile*”. Director de proiect: Dr. Inna Rastimeșina. Perioada de realizare:

01.01.2019 – 31.12.2020.

În cadrul etapei date a proiectului a fost elaborat programul de formare profesională continuă „Metode instrumentale de analiză în chimie”. Programul va avea un impact benefic asupra creșterii profesionalismului specialiștilor angajați în laboratoarele de încercări, influențând în termeni scurți păstrarea acestora în țară și diminuarea exodului imigraționist. În perspectivă creșterea calității cadrelor se va transpune asupra nivelului de dezvoltare a economiei, servind ca și premiză pentru atragerea investițiilor străine.

## 10. Dificultățile în realizarea proiectului

- Aprobarea modificărilor la buget cu întârziere, de ex. finanțarea delegațiilor interne a început din octombrie. Totuși, vom depune eforturi să realizăm în întregime bugetul.
- Imposibilitatea procurării utilajului și rechizitelor de birou din proiectul de cercetare Programului de Stat (2020-2023).
- Imposibilitatea delegațiilor internaționale și, deci, participarea la diverse forumuri europene.
- Imposibilitatea de a atrage tineri cercetători în condițiile actuale, în rezultatul reducerii unităților de cercetători științifici.

## 11. Concluzii

S-au studiat condițiile de derulare a procesului de sedimentare/fixare a materiei organice pe nămol activ în diverse proporții, în funcție de compoziția apelor reziduale, timpul de pre-tratare, cantitățile și raportul adsorbanților selectați și temperaturii mediului.

S-a construit și testat instalația TEST cu substraturi hidrofil și hidrofob și făcute recomandări pentru ameliorarea procesului de epurare în SEB Măgdăcești.

S-au dedus ecuațiile generalizate ale proceselor complexe în sisteme omogene și eterogene și în baza lor s-a realizat analiza termodinamicii proceselor de complexare și precipitare-dizolvare a sărurilor puțin solubile de natură diferită și compoziție arbitrară.

S-a obținut distribuția spațială a loturilor contaminate cu substanțele toxice cu caracteristica detaliată a spectrului și nivelului de poluare, condițiilor de distribuție a poluanților și evaluarea riscurilor pentru mediu și sănătatea populației prin utilizarea tehnologiei GIS.

Solul analizat de pe fostul depozit de pesticide CR-Slobozia Dusca-01 s-a dovedit a fi extrem de toxic pentru semințele de ovăz și dovlecel, utilizate pentru fitoremediere. Sub influența îndelungată a poluanților se restructurează cenoza microbiană a solului, diversitatea microbiană.

Programul și curricula elaborate de formare profesională continuă pentru disciplina „Metode instrumentale de analiză în chimie” asigură dezvoltarea conceptelor teoretice, metodologice și practice, evidențiind respectarea normelor și legilor privind protecția mediului.

### **Conclusions**

The conditions for carrying out the process of sedimentation/fixation of organic matter on activated sludge in various proportions were studied, depending on the composition of wastewater, pre-treatment time, quantities and ratio of selected adsorbents and ambient temperature.

The TEST installation with hydrophilic and hydrophobic substrates was built and tested and recommendations were made to improve the treatment process in WWTP Magdacesti.

The generalized equations of complex processes in homogeneous and heterogeneous systems were deduced and based on them the analysis of the thermodynamics of the complexation and precipitation-dissolution processes of slightly soluble salts of different nature and arbitrary composition was performed.

The spatial distribution of contaminated sites with toxic substances with the detailed characteristic of the spectrum and level of pollution, the conditions of pollutant distribution and the assessment of the risks for the environment and the health of the population were obtained by using GIS technology for the development of remediation actions.

The soil analyzed from the former CR-Slobozia Dusca-01 pesticide depot, located extremely close to pastures and arable land, proved to be extremely toxic to the seeds of oat and zucchini plants, used for phytoremediation. Under the long-term impact of toxicants, the restructuring of soil microbial cenosis in the direction of reducing microbial diversity takes place.

The program and curriculum developed for continuous professional training of the discipline "Instrumental methods of analysis in chemistry" ensure the development of theoretical, methodological and practical concepts, highlighting compliance with the rules and laws on environmental protection.

Conducătorul de proiect Dr. hab. Igor POVAR



Data: 20.11.2020

LS



**Executarea devizului de cheltuieli, conform anexei nr. 2.3 din contractul de finanțare  
Cifrul proiectului: 20.80009.7007.20**

**Se va prezenta la începutul anului 2021.**

## Componența echipei proiectului

„Studiul și gestionarea surselor de poluare pentru elaborarea recomandărilor de implementare a măsurilor de diminuare a impactului negativ asupra mediului și sănătății populației”

Cifrul Proiectului: 20.80009.7007.20

Echipa Institutului de Chimie conform contractului de finanțare (la semnarea contractului)						
Nr	Nume, prenume (conform contractului de finanțare)	Anul nașterii	Titlul științific	Norma de muncă conform contractului	Data angajării	Data eliberării
1.	Povar Igor	1961	Dr. hab.	1,0	02.01.2020	
2.	Spătaru Petru	1954	Dr.	1,0	02.01.2020	
3.	Șepeli Diana	1979	Dr.	0,8	02.01.2020	
4.	Rusu Maria	1959		1,0	02.01.2020	
5.	Spînu Oxana	1980		1,0	02.01.2020	
6.	Pintilie Boris	1948		1,0	02.01.2020	
7.	Vieru Ecaterina	1990		1,0	02.01.2020	
8.	Bogdevici Oleg	1963	Dr.	1,0	02.01.2020	
9.	Cadociniov Oleg	1977		0,25	02.01.2020	
10.	Grigoraș Marina	1959		1,0	02.01.2020	
11.	Culîghin Elena	1989		1,0	02.01.2020	
12.	Nicolau Elena	1980		1,0	02.01.2020	
13.	Buțcu Oxana	1996		0,5	02.01.2020	
14.	Cazacu Cătălina	1997		0,25	02.01.2020	


Ponderea tinerilor (%) din numărul total al executorilor conform contractului de finanțare	28.57%
--	--------

Modificări în componența echipei pe parcursul anului 2020					
Nr	Nume, prenume	Anul nașterii	Titlul științific	Norma de muncă conform contractului	Data angajării
1.	Nu au fost				

Ponderea tinerilor (%) din numărul total al executorilor la data raportării	28.57%
---	--------

Conducătorul organizației Dr. hab. Aculina ARÎCU 

Contabil șef Viorica BOLOGA 

Conducătorul de proiect Dr. hab. Igor POVAR 

Data: 20.11.2020

LȘ



## Componența echipei proiectului (din organizația parteneră)

„Studiul și gestionarea surselor de poluare pentru elaborarea recomandărilor de implementare a măsurilor de diminuare a impactului negativ asupra mediului și sănătății populației”

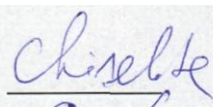
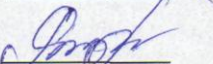
Cifrul proiectului 20.80009.7007.03


Echipea Institutului de Microbiologie și Biotehnologie conform contractului de finanțare (la semnarea contractului)						
Nr	Nume, prenume (conform contractului de finanțare)	Anul nașterii	Titlul științific	Norma de muncă conform contractului	Data angajării	Data eliberării
1.	Rastimeșina Inna	1975	dr.	0,5	02.01.2020	
2.	Postolachi Olga	1980	dr.	0,25	02.01.2020	
3.	Josan Valentina	1990		0,25	02.01.2020	

Ponderea tinerilor (%) din numărul total al executorilor conform contractului de finanțare	33 %
--	------

Modificări în componența echipei pe parcursul anului 2020					
Nr	Nume, prenume	Anul nașterii	Titlul științific	Norma de muncă conform contractului	Data angajării
2.	Nu au fost				

Ponderea tinerilor (%) din numărul total al executorilor la data raportării	33 %
---	------

Directorul IMB Dr. Codreanu Svetlana   
Contabil șef Puris Tatiana 

Conducătorul de proiect Dr. hab. Igor POVAR 

Data: 20.11.2020

LȘ



**Componenta echipei proiectului (din organizația parteneră USM)**

**„ Studiul și gestionarea surselor de poluare pentru elaborarea recomandărilor de implementare a măsurilor de diminuare a impactului negativ asupra mediului și sănătății populației ”**

Cifra proiectului 20.80009.7007.20

<b>Echipea Universității de Stat din Moldova conform contractului de finanțare (la semnarea contractului)</b>						
<b>Nr</b>	<b>Nume, prenume (conform contractului de finanțare)</b>	<b>Anul nașterii</b>	<b>Titlul științific</b>	<b>Norma de muncă conform contractului</b>	<b>Data angajării</b>	<b>Data eliberării</b>
4.	Dragancea Diana (cumul extern)	1974	Cercet. științific superior	0,5 un.	09.01.2020	
5.	Velișco Natalia (cumul extern)	1983	Cercet. științific superior	0,25 un. fără remunerare	09.01.2020	
6.	Gînsari Irina (cumul extern)	1991	Cercet. științific	0,25 un.	09.01.2020	
7.	Rascazov Aliiona (cumul extern)	1997	Cercet. științific stagiar	0,3 un.	09.01.2020	

<b>Ponderele tinerilor (%) din numărul total al executorilor conform contractului de finanțare</b>	<b>50 %</b>
--	-------------

<b>Modificări în componența echipei pe parcursul anului 2020</b>					
<b>Nr</b>	<b>Nume, prenume</b>	<b>Anul nașterii</b>	<b>Titlul științific</b>	<b>Norma de muncă conform contractului</b>	<b>Data angajării, transfer</b>
1.	Dragancea Diana (cumul extern)	1974	Cercet. științific superior	0,25 un. fără remunerare	01.07.2020
2.	Velișco Natalia (cumul extern)	1983	Cercet. științific superior	0,5 un.	01.07.2020

<b>Ponderele tinerilor (%) din numărul total al executorilor la data raportării</b>	<b>50 %</b>
---	-------------

Conducătorul organizației *[Signature]* / Dandara Otilia

/ Contabil șef *[Signature]* / Cojocaru Liliana

Conducătorul de proiect *[Signature]* / Povar Igor

Data *[Signature]*

LS

