

**ACADEMIA DE ȘTIINȚE A MOLDOVEI  
INSTITUTUL DE ZOOLOGIE**

Cu titlu de manuscris  
C.Z.U.: 574.5: 556.551(478) (043.3)

**FILIPENCO ELENA**

**DIVERSITATEA MACROFITELOR ȘI ROLUL LOR ÎN  
ECOSISTEMUL LACULUI DE ACUMULARE CUCIURGAN**

**165.03. – IHTIOLOGIE, HIDROBIOLOGIE**

Autoreferatul tezei de doctor în științe biologice

**CHIȘINĂU, 2016**

Teza a fost elaborată în cadrul Laboratorului Hidrobiologie și Ecotoxicologie al Institutului de Zoologie al Academiei de Științe a Moldovei.

**Conducător științific: Zubcov Elena**

doctor habilitat în științe biologice, profesor cercetător

**Referenți oficiali: Usatii Marin**, doctor habilitat în științe biologice, profesor universitar  
**Grabco Nadejda**, doctor în științe biologice, conferențiar universitar

**Componența Consiliului științific specializat:**

**Ungureanu Laurenția**, *președinte*, doctor habilitat în științe biologice, profesor cercetător

**Bilețchi Lucia**, *secretar științific*, doctor în științe biologice, conferențiar cercetător

**Toderaș Ion**, doctor habilitat în științe biologice, profesor universitar, academician al AȘM

**Șalaru Victor**, doctor habilitat în științe biologice, profesor universitar

**Moraru Constantin**, doctor habilitat în științe geonomice, conferențiar cercetător

**Miron Aliona**, doctor în științe biologice

Susținerea va avea loc la „\_\_\_\_” decembrie 2016, ora \_\_\_\_ în ședința Consiliului științific specializat D 06 165.03-04 din cadrul Institutului de Zoologie al Academiei de Științe a Moldovei, sala 352, str. Academiei, 1, sala 352, mun. Chișinău, MD - 2028, Republica Moldova. Tel./ fax: (+373 22) 73 98 09, e-mail: izoolasm@yahoo.com.

Teza de doctor și autoreferatul pot fi consultate la Biblioteca Științifică Centrală ”A. Lupan” a Academiei de Științe a Moldovei (mun. Chișinău, str. Academiei, 5) și pe pagina web a CNAA [www.cnaa.md](http://www.cnaa.md).

Autoreferatul a fost expediat la „\_\_\_\_” noiembrie 2016.

**Secretar științific al Consiliului științific specializat**  
doctor în științe biologice

**Bilețchi Lucia**

**Conducător științific**  
doctor habilitat în științe biologice, profesor cercetător

**Zubcov Elena**

**Autor**

**Filipenco Elena**

© Filipenco Elena, 2016

## REPERE CONCEPTUALE ALE CERCETĂRII

**Actualitatea temei.** Plantele acvatice superioare sunt una din componentele de bază ale ecosistemelor acvatice. Ele au un rol important în formarea relațiilor trofice și a mediului de trai al hidrobionților, absorb o cantitate semnificativă de diferiți poluanți și, în așa mod, participă activ în procesele de autoepurare a bazinelor acvatice, sporesc stabilitatea ecosistemelor acvatice față de factorii externi. Rolul plantelor acvatice sporește mult în ecosistemele acvatice care sunt supuse unui impact antropic puternic, în special, în lacurile-refrigerente ale centralelor termo- și atomoelectrice. Vegetația acvatică submersă micșorează considerabil viteza curentului de apă în sistemele de captare a apei ale centralelor electrice și intensitatea circulației apei în lacurile-refrigerente cu sistem recirculant, din categoria cărora face parte și lacul Cuciurgan. Vegetația acvatică superioară are o mare importanță în reglarea proceselor biologice și autoepurarea lacului de acumulare Cuciurgan.

Studierea capacității de adaptare a plantelor, în condițiile unui impact antropic sporit asupra ecosistemelor acvatice este importantă din punct de vedere teoretic și are o mare semnificație aplicativă, deoarece constituie fundamentul științific pentru sporirea stabilității hidrobiocenozelor și menținerea diversității lor biologice, fitoremedierea lor și, la fel, biomonitoringul bazinelor acvatice poluate. Cercetarea macrofitelor lacurilor-refrigerente, a caracteristicilor lor funcționale și potențialului adaptiv are o mare semnificație teoretică în aspectul problemelor de modificare a climei.

**Descrierea situației în domeniul de cercetare și identificarea problemelor de cercetare.** Vegetației acvatice superioare i se acordă o atenție insuficientă în cadrul cercetării lacurilor-refrigerente ale CTE și CAE din Europa. În lucrările lui Șalari V.M. [17], Borș Z.T. [2], Mîrza M.V. și Șabanova G.A. [7] ș.a. sunt prezentate date privind macrofitele lacului de acumulare Cuciurgan, în diferite perioade de formare a acestuia. O atenție deosebită era acordată cercetărilor floristice și, într-o măsură mai mică, stabilirii importanței macrofitelor în funcționarea ecosistemului lacului de acumulare Cuciurgan.

**Scopul lucrării:** studierea stării actuale a vegetației acvatice superioare și evaluarea rolului ei în ecosistemul lacului-refrigerent al CTE Moldovenești. Pentru realizarea scopului trasat, a fost necesară atingerea următoarelor **obiective:**

1. Cercetarea proceselor de formare a vegetației acvatice superioare la diferite etape de exploatare a lacului-refrigerent;
2. Studiarea componenței și caracterului distribuției spațiale a macrofitelor pe acvatoriul lacului-refrigerent;
3. Descifrarea particularităților dinamicii sezoniere a grupelor principale de plante acvatice superioare în lacul-refrigerent;

4. Bioindicația stării ecologice a lacului în baza macrofitelor;
5. Stabilirea legităților de acumulare a metalelor (vanadiu, molibden, nichel, plumb, titan, aluminiu, cupru, zinc, mangan) de către vegetația acvatică;
6. Evaluarea rolului vegetației acvatice superioare în migrația și circuitul elementelor chimice, procesele de autoepurare și poluare secundară a lacului-refrigerent.

**Metodologia cercetării științifice.** Drept suport metodologic și teoretico-științific au servit cercetările vegetației acvatice superioare efectuate de Katanskaia V.M. (1981), Șalari V.M., Konokov V.N., Bolea L.G. (1970), Șimanskii B.A. (1971), Iaroșenko M.F. (1973), Mîrza M.V., Șabanova G.A. (1982), Borș Z.T. (1988). Lucrările lui Zubcov E., Toderăș I., Ichim M. (1998), Zubcov E. (2000, 2001) au contribuit la determinarea rolului funcțional al macrofitelor în migrația microelementelor și evaluarea posibilității de utilizare a acestora în calitate de organisme-monitoare în cadrul biomonitoringului ecosistemelor acvatice.

**Noutatea și originalitatea științifică a investigațiilor.** Pentru prima oară a fost cercetată complex diversitatea vegetației acvatice superioare, determinate particularitățile dezvoltării ei și dinamica distribuției în dependență de funcționarea CTE Moldovenești. A fost estimat gradul de acoperire cu vegetație a lacului cu aplicarea tehnologiilor informaționale contemporane. Au fost stabilite legitățile acumulării metalelor, evaluată cantitativ importanța plantelor acvatice în acumularea și circuitul metalelor, procesele de autoepurare și poluare secundară a lacului-refrigerent. A fost evaluată, pentru prima dată, starea ecologică a lacului Cuciurgan în baza utilizării macrofitelor drept obiect al bioindicației. Au fost identificate și descrise 2 specii de plante acvatice superioare, incluse în Cartea Roșie a Republicii Moldova cu statut de specii periclitare.

**Semnificația teoretică.** Rezultatele obținute completează și îmbogățesc cunoștințele privind diversitatea biologică a plantelor acvatice superioare, procesele și legitățile acumulării și migrației metalelor în ecosistemele acvatice, rolul vegetației acvatice superioare în circuitul substanței și energiei și rolul factorilor naturali și antropici în ecosistemele acvatice modificate tehnogenic. Rezultatele obținute constituie baza științifică pentru o aplicare mai eficientă a plantelor acvatice în monitoringul biologic și fitoremedierea bazinelor acvatice poluate, inclusiv lacuri-refrigerente.

**Problema științifică importantă soluționată** *constă în determinarea* componenței taxonomice a vegetației care acoperă lacul-refrigerent și stabilirea legităților de acumulare a metalelor de către vegetația acvatică superioară, *ceea ce a permis* evaluarea cantitativă a capacității de acumulare a macrofitelor, determinarea toleranței și rolului lor în procesele de autoepurare și poluare secundară, *în vederea* fundamentării științifice a efectuării lucrărilor de

ameliorare în ecosistemelor acvatice, supuse modificării tehnogene, și utilizarea macrofitelor în bioindicație și monitoring.

**Valoarea aplicativă a lucrării.** Rezultatele cercetării pot fi utilizate în procesul didactic, evaluarea complexă a stării ecologice a lacului Cuciurgan și elaborarea măsurilor de reducere a suprafeței acoperite cu macrofite, diminuarea impedimentelor biologice în activitatea CTE și elaborarea măsurilor de protecția a mediului, în general. Ierbarul alcătuit din specii acvatice și higrofitelor a completat fondul de colecție al muzeului floristic al Universității de Stat Nistrene.

**Rezultatele științifice principale înaintate spre susținere:**

1. Dinamica multianuală a diversității taxonomice a plantelor acvatice superioare și higrofitelor în lacul-refrigerent Cuciurgan al CTE Moldovenești în funcție de influența factorilor naturali și antropici;
2. Dinamica sezonieră, diversitatea, biomasa și producerea vegetației, particularitățile distribuției ei, speciile dominante de hidrofite și helofite în acoperirea cu vegetație a acvatoriului și zonei riverane a lacului-refrigerent;
3. Semnificația vegetației acvatice superioare în formarea hidrobiocenozei lacului-refrigerent al CTE (în dezvoltarea perifitonului, reproducerea și îngrășarea peștilor, sedimentarea particulelor în suspensie). Posibilitățile utilizării macrofitelor în bioindicație, evaluarea zonei de saprobitate și a troficității ecosistemelor acvatice.
4. Legitățile acumulării metalelor de către vegetația acvatică superioară, capacitatea de acumulare a macrofitelor și rolul lor în migrația și circuitul substanțelor chimice, procesele de autoepurare și poluare secundară a ecosistemelor acvatice.
5. Recomandările privind fitoremedierea, valorificarea rațională a resurselor acvatice și optimizarea exploatarea lacului de acumulare Cuciurgan drept refrigerent al CTE Moldovenești.

**Implementarea rezultatelor științifice.** Rezultatele cercetărilor au fost introduse în cursurile de hidrobotanică, botanică, floră a ținutului natal, hidrobiologie, hidroecologie, monitoring biologic, chimie a mediului înconjurător, predate în cadrul catedrelor Zoologie și Biologie Generală, Bioecologie, Chimie și Metode de Predare a Chimiei ale Facultății Științe Naturale și Geografie a Universității de Stat Nistrene “Taras Șevcenko” și, de asemenea, în sistemul monitoringului ecologic al lacului de acumulare Cuciurgan.

**Aprobarea rezultatelor științifice.** Cercetările sunt parte componentă a proiectelor instituționale ale Laboratorului Hidrobiologie și Ecotoxicologie al Institutului de Zoologie al AȘM. Materialele tezei au fost prezentate și discutate la ședințele Laboratorului Hidrobiologie și Ecotoxicologie, Consiliului Științific al Institutului de Zoologie al AȘM, LȘ „Biomonitoring”, catedrei Zoologie și Biologie Generală a USN și, de asemenea, la conferințele și simpozioanele

științifice: „Бассейн реки Днестр: экологические проблемы и управление трансграничными природными ресурсами” (Tiraspol, 2010), „Геоэкологические и биоэкологические проблемы Северного Причерноморья” (Tiraspol, 2009, 2012, 2014), „16<sup>th</sup> International Conference on Heavy Metals in the Environment” (Roma, 2012), „Управление бассейном трансграничного Днестра в рамках нового бассейнового Договора” (Chișinău, 2013), „Природні та антропогенно трансформовані екосистеми прикордонних територій у постчорнобильський період” (Cernigov, 2014), „Математическое моделирование в образовании, науке и производстве” (Tiraspol, 2015), „Академику Л.С. Бергу – 140 лет” (Tighina, 2016), „Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды” (Minsk, 2016).

**Publicații la tema tezei.** La tema tezei au fost publicate 18 lucrări științifice (inclusiv 7 – de sine stătător): articole în reviste în străinătate - 2, reviste incluse în *Registrul național al revistelor științifice de profil*, tipul B - 1, alte reviste din țară – 1, articole în culegerile conferințelor științifice în străinătate/în țară – 8/3, teze la conferințe științifice în străinătate/în țară – 2/1.

**Volumul și structura tezei.** Teza este expusă pe 133 de pagini text de bază, care cuprind: adnotarea (în limba rusă, engleză și română), introducere, 4 capitole, concluzii generale și recomandări, 4 anexe. Lucrarea conține lista bibliografiei din 157 de titluri, 10 tabele și 29 de figuri.

**Cuvinte-cheie:** plante acvatice superioare, lac-refrigerent, acoperire cu macrofite, bioindicație, acumularea și migrația metalelor.

## CONȚINUTUL TEZEI

### 1. DEZVOLTAREA VEGETAȚIEI ACVATICE SUPERIOARE ȘI ROLUL EI ÎN FUNCȚIONAREA ECOSISTEMELOR LACURILOR-REFRIGERENTE

În capitol este făcută o analiză și sinteză a surselor bibliografice, care țin de particularitățile biologice și ecologice ale diferitor grupuri de plante acvatice superioare și rolul lor în funcționarea ecosistemelor lacurilor-refrigerente ale centralelor termoelectrice. Acesta din urmă include mai multe componente și anume rolul plantelor acvatice superioare în procesele de acoperire cu vegetație a lacurilor și diminuarea capacității lor de răcire, cele de acumulare și migrație a substanțelor chimice, inclusiv factorii lor determinanți, în poluarea secundară a ecosistemelor cu metale.

Prin deversarea apelor încălzite și a poluanților chimici, centralele termoelectrice influențează considerabil calitatea mediului acvatic și, corespunzător, activitatea vitală a hidrobionților, inclusiv macrofite. În lacul de acumulare Cuciurgan deversarea apelor încălzite duce la deplasarea fazelor fenologice ale plantelor, intensificarea proceselor de producție și

destrucție a materiei organice. Modificarea regimului termic al bazinului acvatic a condus și la intensificarea proceselor de mineralizare, care în prezent, în anumite sectoare ale lacului, depășește 1200 mg/l. Funcționarea CTE Moldovenești a determinat, de asemenea, poluarea apei lacului-refrigerent cu vanadiu, molibden, nichel, cadmiu, mangan, iar a depunerilor subacvatice – și cu plumb, zinc și cupru. Sporirea concentrației metalelor în apă și depuneri subacvatice a condiționat intensificarea acumulării lor în țesuturile plantelor și animalelor acvatice.

Deși pot cauza acoperirea acvatoriului lacurilor-refrigerente, macrofitele au o mare importanță funcțională în procesul de autoepurare a bazinelor acvatice și reglarea proceselor biologice. Comunitățile de plante acvatice, în mare parte, împiedică “înflorirea” apei și, pe lângă asta, servesc drept loc de reproducere și îngrășare pentru mulți pești fitofili. Macrofitele formează biotopul pentru diverse grupuri de hidrobionți și îndeplinesc rolul de substrat pentru perifiton. Ele modifică parametrii fizico-chimici ai mediului în procesul fotosintezei, absorb și elimină elemente biogene și substanțe organice dizolvate în apă, le transportă din depunerile subacvatice în stratul de apă, concentrează microelementele în celule și țesuturi.

Plantele acvatice superioare pot fi utilizate în monitoringul biologic al ecosistemelor acvatice [16]. În capitol sunt prezentate criteriile de evaluare a stării ecologice a bazinelor acvatice în baza macrofitelor – importanța lor drept organisme-indicatoare, caracteristicile comunităților vegetale ale bazinelor acvatice, printre care se numără suprafața și caracterul acoperirii cu vegetație a bazinului acvatic, biomasa plantelor la o unitate de suprafață a fundului, acoperirea proiectivă, producerea biomasei, starea plantelor, componența specifică, ș.a.

Capacitatea macrofitelor de a acumula metale, inclusiv metale grele, în concentrații ce depășesc valorile de fon, a fost pusă la baza elaborării metodelor de biotestare a toxicității mediului acvatic [6, 10 ș.a.].

În multe țări ale Europei se implementează Directiva Cadru a Apei a UE (WFD) [19], prin care componența specifică și caracteristicile structurale ale macrofitelor sunt recomandate de a fi utilizate în evaluarea stării ecologice a bazinelor acvatice, alături de alți indici hidrobiologici utilizați pe larg - cei ai comunităților de macrozoobentos și fitoplancton.

La sfârșitul capitolului sunt prezentate clasificările principale ale vegetației acvatice și riverane, printre care cea a lui Katanskaia V.M. [4] s-a remarcat prin cea mai largă răspândire.

Scopul și obiectivele lucrării sunt argumentate.

## **2. MATERIALE ȘI METODE DE CERCETARE**

Teza de doctorat include rezultatele cercetărilor efectuate de către autor în anii 2010-2015. Este descris obiectul de cercetare - lacul-refrigerent Cuciurgan al CTE Moldovenești și metodele de cercetare utilizate pe parcursul elaborării tezei.

Cercetările floristice au fost realizate prin aplicarea metodelor unanim acceptate în hidrobiologie, adaptate la standardele UE – ISO. Determinarea apartenenței taxonomice a plantelor a fost efectuată conform metodelor clasice, cu utilizarea determinatoarelor. Suprafața lacului acoperită cu macrofite a fost calculată în baza imaginilor satelit, cu ajutorul setului de programe aplicative MATLAB (“Matrix Laboratory”), destinate rezolvării problemelor legate de calculele tehnice.

Evaluarea stării ecologice a lacului de acumulare în baza macrofitelor a fost efectuată cu utilizarea speciilor-indicatoare; saprobitatea a fost calculată prin utilizarea indicelui saprobic după Pantle și Buck.

Nivelul de acumulare a metalelor a fost investigat prin metode contemporane – spectrometria de absorbție atomică (AAS) și spectrometria de emisie optică cu plasmă cuplată inductiv (ICP-OES), cu utilizarea echipamentului corespunzător - *AAnalyst 400 Perkin Elmer* și *Thermo Scientific iCAP 6200 Duo, Thermo Fisher Scientific*.

### **3. VEGETAȚIA ACVATICĂ SUPERIOARĂ A LACULUI DE ACUMULARE CUCIURGAN**

#### **3.1. Dinamica multianuală a biodiversității și biomasei vegetației acvatice superioare până la și în primii ani de funcționare a CTE Moldovenești**

Sunt prezentate rezultatele cercetărilor privind dinamica multianuală a biodiversității, distribuției și gradului de acoperire cu vegetație acvatică superioară a lacului de acumulare Cuciurgan până la și în primii ani de funcționare a CTE Moldovenești [12, 14, 17, 18]. Până la crearea lacului-refrigerent, în liman au fost identificate cca 30 de specii de plante acvatice superioare și plante higrofitice, către începutul anilor 1970’ – 70 de specii. Către sfârșitul anilor 70’ ai sec. XX, în rezultatul termoficării, aplicării metodelor chimice, mecanice și biologice de combatere a dezvoltării excesive a vegetației, numărul lor s-a redus până la 36-40 de specii de hidrofite și helofite, dintre care 22% erau macrofite plutitoare și macrofite cu frunze plutitoare.

#### **3.2. Dinamica componenței taxonomice, a distribuției și biomasei vegetației acvatice superioare în perioada impactului termic maxim al CTE Moldovenești**

În anii 80’ ai sec. XX capacitatea CTE Moldovenești a atins valoarea sa maximă proiectată – 2520 MW, ceea ce s-a manifestat prin influența maximă asupra ecosistemului lacului-refrigerent, deversarea apelor calde nu doar în sectorul inferior al lacului de acumulare, ci și cel medial, și, în ansamblu, prin modificarea regimului lui hidrologic. Componența taxonomică a vegetației acvatice superioare includea 36-40 de specii, spectrul speciilor dominante rămânând același [2, 7]. Din componența florei au dispărut *Nymphoides peltata* (S.G.Gmel.) Kuntze, 1891, *Nuphar luteum* (Linnaeus, 1753), *Potamogeton heterophyllus* (Schreb., 1771), *Trapa natans*



(Linnaeus, 1753) ș.a., iar *Nymphaea alba* (Linnaeus, 1753), *Stratiotes aloides* (Linnaeus, 1753) ș.a. și-au redus mult suprafața ocupată.

Cercetările privind diversitatea, aspectul și comunitatea plantelor acvatice superioare în lacul de acumulare Cuciurgan în anii 90' ai sec. XX practic au lipsit sau au purtat un caracter fragmentar și, în temei, au fost efectuate de colaboratorii Institutului de Zoologie în cadrul contractelor științifice cu CTE Moldovenească.

### 3.3. Starea actuală a vegetației acvatice superioare în lacul de acumulare Cuciurgan

Actualmente, flora acvatică a lacului de acumulare este constituită din 15 specii și 11 familii: Ceratophyllaceae - *Ceratophyllum demersum* (Linnaeus, 1753); Hydrocharitaceae - *Hydrocharis morsus-ranae* (Linnaeus, 1753), *Vallisneria spiralis* (Linnaeus, 1753); Butomaceae - *Butomus umbellatus* (Linnaeus, 1753); Lemnaceae - *Lemna minor* (Linnaeus, 1753), *L. trisulca* (Linnaeus, 1753); Najadaceae - *Najas marina* (Linnaeus, 1753), Poaceae - *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., 1841; Typhaceae - *Typha latifolia* (Linnaeus, 1753); Potamogetonaceae - *Potamogeton crispus* (Linnaeus, 1753), *P. pectinatus* (Linnaeus, 1753), *P. perfoliatus* (Linnaeus, 1753); Haloragaceae - *Myriophyllum spicatum* (Linnaeus, 1753); Salviniaceae - *Salvinia natans* (Linnaeus, 1753); Thelypteridaceae - *Thelypteris palustris* (Schott., 1834).

În conformitate cu clasificarea lui Katanskaia V.M. [4], 8 specii se referă la grupul de hidrofitе submerse, 3 – hidrofitе plutitoare și 4 specii – de helofite, mai numite și hidrohigrofitе. [13, 14, 15]. În capitol este prezentată descrierea fiecărei specii, distribuția pe acvatoriul lacului, dinamica sezonieră a dezvoltării, abundența și biomasa.

***Ceratophyllum demersum*** este una din speciile de masă de macrofitе, care condiționează acoperirea cu vegetație a bazinului acvatic în perioada estivală. Este răspândit pretutindeni în lacul de acumulare, preferând ochiurile de apă printre desișurile de *Phragmites australis* și *Typha latifolia* în zona de mal. Ocupă o parte considerabilă a stratului de apă. Către sfârșitul verii atinge o fitomasă umedă de 4-5 kg/m<sup>2</sup>, iar uneori – de până la 6 kg/m<sup>2</sup>.

***Hydrocharis morsus-ranae*** este o specie comună, care se întâlnește pe întregul acvatoriu, preferând sectoarele liniștite printre desișurile de *Phragmites australis* și *Typha latifolia*, unde creează formațiuni cu *Salvinia natans* și *Lemna*. Înregistrează o dezvoltare maximă în august, în locurile de concentrare atingând o biomasă de 1,8-2 kg/m<sup>2</sup>.

***Vallisneria spiralis*** se înregistrează în locurile deschise ale zonei de mal în sectorul inferior și cel medial al lacului și, la fel, în canalele de deversare a apelor calde ale CTE Moldovenești. În decadele II-III-a ale lunii iunie formează fitocenoze monoetajate cu o densitate înaltă, unde ocupă peste 95% din suprafața acestora, cu o fitomasă umedă medie de 4,6 kg/m<sup>2</sup>.

*Butomus umbellatus* se întâlnește în zona de mal la adâncimi mici, preponderent în sectorul inferior al lacului de acumulare; crește solitar sau formează grupuri mici împreună cu alte specii, mai des macrofite plutitoare.

*Lemna trisulca* este observată în perioada estivală, în cantități nu prea mari, în întreaga zonă de mal a lacului de acumulare, adesea în asociație cu *Lemna minor*, care este mai numeroasă. Se întâlnește foarte rar în acvatoriul deschis și nu formează solitar acumulări mari.

*Lemna minor* se dezvoltă abundent la sfârșitul verii, de regulă, în asociație cu *Salvinia natans* și *Hydrocharis morsus-ranae*. Poate fi întâlnită în zona de mal printre desigurile de plante emerse și nu formează acumulări mari. Este mai numeroasă în sectorul superior și cel inferior al bazinului acvatic, unde alocuri atinge o biomasă de 0,6-0,8 kg/m<sup>2</sup>.

*Najas marina* este puțin numeroasă, se întâlnește în stratul de apă de-a lungul zonei de mal, mai des în sectorul medial al lacului. În sectorul inferior și cel medial se înregistrează împreună cu *Ceratophyllum demersum* și speciile de *Potamogeton*.

*Phragmites australis* este specia cea mai numeroasă printre plantele emerse cu tulpini tari din lac. Este răspândit de-a lungul liniei de mal a lacului; gradul de distribuție pe suprafața acvatoriului nu este uniform. Într-o măsură mai mare este acoperit cu *Phragmites australis* sectorul superior, mai puțin adânc al lacului de acumulare, și într-o măsură mai mică – cel medial. Abundența stufărișurilor constituie 40-80 de tulpini la 1 m<sup>2</sup>, cu o biomasă medie în perioada de înflorire de 3-3,5 kg/m<sup>2</sup>.

*Typha latifolia* crește de-a lungul zonei de mal, de cele mai multe ori se înregistrează în asociație cu *Phragmites australis* în sectorul superior și cel medial al lacului de acumulare, având o biomasă de 1,5-2 kg/m<sup>2</sup>. La fel, în sectorul medial al lacului cresc și plante solitare sau grupuri nu prea mari, care de sine stătător nu contribuie la acoperirea acvatoriului.

*Potamogeton crispus* este cea mai răspândită specie printre reprezentanții genului dat. Vegetează activ în I-II-a decadă a lunii mai. La începutul verii fitomasa atinge în medie 3,8 kg/m<sup>2</sup>. La mijlocul lunii iunie începe pieirea plantelor, ceea ce contribuie la eutrofizarea bazinului acvatic.

*Potamogeton pectinatus* în comparație cu alte specii de *Potamogeton* se întâlnește mai rar și formează grupuri mici în sectoarele deschise ale bazinului acvatic de-a lungul desigurilor de *Phragmites australis*. Poate fi întâlnit de la sfârșitul lui mai – începutul lui iunie, mai rar – în august-septembrie, preponderent în sectorul inferior și cel medial al lacului de acumulare. Nu se numără printre speciile care determină acoperirea cu vegetație a acvatoriului. În unele locuri atinge o biomasă de 4 kg/m<sup>2</sup>.

*Potamogeton perfoliatus* este răspândit neuniform, începând cu luna mai se întâlnește sporadic în zona de mal, mai des în sectorul medial al lacului; nu formează aglomerări semnificative.

*Myriophyllum spicatum* este răspândit pe larg în locurile deschise ale întregii zone de mal și, de asemenea, printre desigurile de *Phragmites australis* și *Typha latifolia*. Participă activ la acoperirea cu vegetație a zonei de mal de la sfârșitul lui mai până în iulie. Fitomasa (în formă umedă) constituie în medie 1,2 kg/m<sup>2</sup>.

*Salvinia natans* este răspândită în zona de mal, mai des în sectorul medial și cel inferior al lacului, unde formează formațiuni cu *Hydrocharis morsus-ranae* și speciile de *Lemna*; foarte rar este depistată în acvatoriul deschis. La sfârșitul verii formează grupuri mari, compacte printre desigurile de *Phragmites australis* și *Typha latifolia*, unde atinge o fitomasă de 3,5 kg/m<sup>2</sup>.

*Thelypteris palustris* se întâlnește în lacul Cuciurgan foarte rar și anume printre desigurile de la mal ale *Phragmites australis* în sectorul inferior al lacului.

Printre macrofitele cercetate, *Potamogeton crispus* are cea mai mare pondere în acoperirea cu vegetație a acvatoriului lacului de acumulare Cuciurgan, iar *Phragmites australis* – a zonei de mal. Acoperirea masivă a acvatoriului lacului cu *Potamogeton crispus* se observă în I-II –a decadă a lunii mai, când specia data ocupă cca 80% din suprafața oglinzii apei în sectorul inferior și cel superior [20]. În perioada estivală biomasa în descompunere a *Potamogeton crispus* se sedimentează în cantități mari și contribuie la eutrofizarea lacului.

Dacă în acvatoriul deschis al lacului de acumulare se dezvoltă în masa *Potamogeton crispus*, atunci în ochiurile dintre desigurile de la mal ale *Phragmites australis* și *Typha latifolia* – în temei *Myriophyllum spicatum* și *Ceratophyllum demersum*. La sfârșitul lui mai – începutul lui iunie predomină *P. crispus*, *C. demersum*, *M. spicatum* și *P. pectinatus*; în II-III-a decadă a lunii iunie - *C. demersum*, *P. pectinatus*, *M. spicatum* și *Vallisneria spiralis*; în I-a decadă a lunii iulie - *C. demersum* și *M. spicatum*, cu o mica contribuție a *P. perfoliatus*. În august în zona de mal a lacului, printre stufărișurile compacte, se formează pe alocuri ochiuri complet acoperite de *Salvinia natans* și *Hydrocharis morsus-ranae*, cu amestec de *Lemna minor* și *L. trisulca*.

Printre helofitele lacului de acumulare Cuciurgan domină *Phragmites australis*, care crește neuniform pe suprafața lacului, sporindu-și abundența în dependență de sectorul lacului după cum urmează: medial – inferior – superior (Figura 3.1). Printre *Phragmites australis* se înregistrează porțiuni nu prea mari ocupate de *Typha latifolia* – de până la 40 m<sup>2</sup>, rolul celei de-a doua specii în acoperirea acvatoriului lacului fiind nesemnificativă.



Fig. 3.1. Suprafața de acoperire a lacului Cuciurgan cu vegetație emersă dură, 2013

Actualmente, suprafața acoperită cu *Phragmites australis* a lacului de acumulare Cuciurgan este de 498 ha, ceea ce constituie 19% din întreaga lui suprafață [11, 20]. În perioada de înflorire *Phragmites australis* produce o fitomasă de 30-35 t/ha, iar, în ansamblu, lacul de acumulare Cuciurgan este capabil de a produce de la 14 940 până la 17 430 t de fitomasă de *Phragmites australis* în perioada vegetației lui intense [15].

Suprafața lacului acoperită cu plante acvatice submerse în perioada actuală este de cca 1280 ha, dintre care în sectorul inferior – 950 ha, medial – 200 ha și superior – 130 ha (Tabelul 3.1.).

Tabelul 3.1. Suprafața acoperirii lacului de acumulare Cuciurgan cu vegetație submersă și producerea biomasei ei în dependență de sector

Sectorul lacului	Fitomasa medie, kg/m <sup>2</sup>			Suprafața acoperită, ha			Producerea biomasei, mii tone		
	1984	2004-2007	2010-2014	1984	2004-2007	2010-2014	1984	2004-2007	2010-2014
superior	2,9	3,9	4,1	15,6	120	130	0,45	4,68	5,33
medial	2,7	3,1	3,5	26,2	180	200	0,71	5,58	7,0
inferior	4,1	4,7	4,9	153,1	900	950	6,28	42,3	46,5
Total lac	3,8	4,4	4,5	194,9	1200	1280	7,44	52,56	58,83

Notă: datele pentru 1984 – conform Борщ З.Т. [2], 2004-2007 - conform Крепис О., Усатый М., Стругуля О., Усатый А. [5]; 2010-2014 – datele autorului.

În comparație cu perioada impactului maxim al CTEM asupra florei lacului de acumulare, în prezent producerea biomasei vegetației submerse a crescut în sectorul inferior de 7,4 ori, medial – de 9,8 ori, iar în cel superior – de 11,8 ori, depășind 58 mii tone la nivelul întregului bazin acvatic. Cauza principală a dezvoltării excesive a macrofitelor submerse în lac este menținerea nivelului apei la o cotă relativ mică, ceea ce dă posibilitate speciilor de *Potamogeton* de a crește cu succes, a înflori și a forma cantități mari de semințe, contribuind, astfel, la intensificarea acoperirii bazinului acvatic în anul următor [15].

În cazul lacului-refrigerent Cuciurgan, schema generalizată a acoperirii cu vegetație “de la mal spre mijlocul bazinului acvatic” poate avea următorul aspect: *Phragmites australis* > *Ceratophyllum demersum* > *Myriophyllum spicatum* > *Vallisneria spiralis* > *Potamogeton pectinatus* > *Potamogeton crispus* [11].

În perioada 2010-2015 noi am identificat 100 de specii din 40 de familii în componența florei acvatice, higrofite și cea a zonei de mal (flora riverană), dintre care 74 de specii în premieră pentru lacul-refrigerent Cuciurgan. Mai numeroase sunt familiile *Asteraceae* – 25 de specii,

*Fabaceae* – 9 specii, *Lamiaceae* – 10 specii; restul familiilor sunt reprezentate de 2-3 specii. Numărul total de specii de plante identificate pe parcursul întregii perioade de cercetare a lacului, inclusiv a zonei lui de mal, constituie 155, care se atribuie la 48 de familii [16] (Tabelul 3.2).

De notat că în 2010-2015 în componența florei acvatice și higrofită a lacului de acumulare nu au fost înregistrate 55 de specii, menționate de alți autori, printre care 6 specii de *Potamogeton* (*Potamogeton berchtoldii* (Fieber, 1838), *P. filliformis* (Persoon, 1805), *P. gramineus* (Linnaeus, 1753), *P. lucens* (Linnaeus, 1753), *P. natans* (Linnaeus, 1753), *P. pusillus* (Linnaeus, 1753), *Elodea canadensis* (Michaux, 1803), *Lemna gibba* (Linnaeus, 1753), *L. Polyrrhiza* (Linnaeus, 1753), *Nymphaea alba*, *Nuphar luteum*, *Trapa natans*, *Oenanthe aquatica* (Linnaeus, 1753), *Nymphoides peltata*. În același timp, pentru prima oară în lacul-refrigerent Cuciurgan a fost înregistrată feriga *Thelypteris palustris* - o specie periclitată, inclusă în Cartea Roșie a Republicii Moldova.

Tabelul 3.2. Componența taxonomică a florei lacului de acumulare Cuciurgan - total pentru întreaga perioadă de cercetare (1924-2015)

Indicator	Flora acvatică	Flora higrofită și riverană	Total
Numărul de familii	11	37	48
Numărul de genuri	12	100	112
Numărul de specii	43	112	155
Numărul mediu de specii într-o familie	1,4	3,6	3,1
Numărul mediu de specii într-un gen	1,25	1,33	1,32
Numărul de familii reprezentate de o specie	8	13	21
Numărul de genuri reprezentate de o specie	10	76	86

#### 4. ROLUL VEGETAȚIEI ACVATICE SUPERIOARE ÎN MIGRAȚIA SUBSTANȚELOR CHIMICE ȘI EVALUAREA STĂRII ECOLOGICE A LACULUI-REFRIGERENT

##### 4.1. Bioindicația și importanța macrofitelor în determinarea stării ecologice a hidrobiocenozei

În prezent macrofitele, în calitate de indicatori biologici, au devenit unul din componentele obligatorii ale aprecierii stării ecosistemelor acvatice, inclusiv evaluarea saprobității și a troficității bazinului acvatic [1, 9]. Până acum, pentru evaluarea stării ecologice a lacului de acumulare Cuciurgan, în temei, erau utilizate metode bazate pe cercetarea zoobentosului și fitoplanctonului, careva date privind utilizarea vegetației acvatice superioare în scopul bioindicației lacului-refrigerent fiind necunoscute nouă.

Efectuarea cercetărilor asupra macrofitelor lacului-refrigerent au permis sistematizarea acestora conform claselor de saprobitate, cu indicarea valenței saprobice - *s*, greutateii indicatoare a speciei – *I* și a indicelui saprobic – *S* (Tabelul 4.1).

Tabelul 4.1. Plantele acvatice superioare ale lacului de acumulare Cuciurgan și semnificația lor în sistemul saprobic

Specia	<i>S</i>	<i>I</i>	<i>s</i>	Zona de saprobitate				
				<i>x</i>	<i>o</i>	$\beta$	$\alpha$	<i>p</i>
<i>Salvinia natans</i>	0	5	1,1	-	9	1	-	-
<i>Myriophyllum spicatum</i>	$\beta$	4	1,8	-	2	8	-	-
<i>Ceratophyllum demersum</i>	$\beta$	5	1,9	-	1	9	-	-
<i>Potamogeton crispus</i>	$\beta$	4	1,8	-	2	8	-	-
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	$\beta$	4	1,7	-	3	7	-	-
<i>Lemna minor</i>	$\beta$	3	2,25	-	1	6	3	-
<i>Lemna trisulca</i>	0 - $\beta$	3	1,80	-	5	5	-	-
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	0 - $\beta$	3	1,5	-	5	5	-	-

În literatura de specialitate lipsește greutatea indicatoare a speciilor *V. spiralis*, *B. umbellatus*, *N. marina*, *Ph. australis*, *T. latifolia*, *P. pectinatus* și *Th. palustris*, de aceea, ele nu au fost incluse în Tabelul 4.1. Însă confruntarea calității apei cu prezența acoperirii intense a acvatoriului bazinului acvatic cu speciile menționate mai sus, alături de *P. crispus* și, în special, în cazul dominării speciilor precum *V. spiralis*, *Ph. australis* și *T. latifolia*, a permis atribuirea acestor macrofite la grupul indicatorilor zonei  $\beta$ - $\alpha$  – mezosaprobe [16]. Pentru calcularea saprobității lacului de acumulare Cuciurgan conform macrofitelor, a fost utilizat indicele după saprobic Pantle și Buck: valoarea acestuia a fost de 1,7, ceea ce corespunde zonei  $\beta$ -mezosaprobe și concordă cu rezultatele evaluării anterioare a saprobității lacului în baza zoobentosului.

Macrofitele pot, de asemenea, servi drept indicatori ai poluării termice a bazinelor acvatice. În lacul-refrigerent Cuciurgan *P. crispus* și *V. spiralis* mai des sunt înregistrate în zonele de influență a apelor calde; speciile termofile și euribionte ocupă poziția dominantă în componența vegetației acvatice superioare din lacul-refrigerent al CTE Moldovenești.

Desișurile de macrofite emerse ale lacului de acumulare Cuciurgan, în special, de *Ph. australis*, constituie cel mai important filtru pentru substanțele în suspensie și, totodată, acumulator al elementelor biogene, substanțelor organice, microelementelor. Astfel, cantitatea de substanțe în suspensie la trecerea apei din Turunciuc printre stufuluri se reduce de 2-3 ori. Intensificarea dezvoltării excesive a macrofitelor în lac a condus, la fel, la micșorarea intensității „înfloririi,, apei de către algele albastre, ceea ce este legat de utilizarea activă a elementelor biogene de către macrofite.

Plantele acvatice superioare, în special, helofitele, servesc drept substrat pentru perifiton. Așa, pe *Ph. australis* din lacul de acumulare Cuciurgan se dezvoltă polipi hidroizi, spongieri, oligochete, chironomide, amfipode și dreisena, aceasta din urmă atingând o densitate considerabilă (Tabelul 4.2), fapt care încă și mai mult crește rolul filtrator al desișurilor de macrofite în lacul-refrigerent Cuciurgan și semnificația lor în dinamica și migrația elementelor

biogene, substanțelor organice, particulelor în suspensie și, de asemenea, în poluarea secundară atât a apei, cât și depunerilor subacvatice [8].

Tabelul 4.2. Efectivul numeric și biomasa perifitonului pe *Phragmites australis* în lacul de acumulare Cuciurgan, primăvara 2012

Grupul de hidrobionți	Efectiv numeric, ind./m <sup>2</sup>	Biomasă, g/m <sup>2</sup>
<i>Hydrozoa (Cordylophora caspia)</i>	334	**
<i>Spongilla lacustris</i> L.	*	0,12
<i>Nematoda</i>	303	**
<i>Oligochaeta</i>	7445	0,054
<i>Crustacea (Gammarus sp.)</i>	15193	0,61
<i>Crustacea (Corophium sp.)</i>	10778	0,0035
<i>Chironomidae</i>	507	0,0015
Perifiton “moale”	34560	~0,85
<i>Dreissena polymorpha</i> Pallas	28088	5033,54

Notă: \*- efectivul numeric nu a fost determinat \*\*- datorită dimensiunilor mici, biomasa este foarte mică

Macrofitelor le revine un rol deosebit în ciclul vital al ihtiofaunei lacului-refrigerent Cuciurgan, peștii utilizând desigururile lor drept loc pentru reproducere și îngrășare: practic toate plantele emerse și submerse moi din lac servesc drept hrană pentru peștii fitofagi, mai cu seamă, amur alb.

#### 4.2. Nivelul de acumulare a metalelor și rolul vegetației acvatice superioare în migrația microelementelor-metale în ecosistemul lacului-refrigerent

Utilizarea plantelor acvatice pentru evaluarea nivelului de poluare cu metale grele a bazinelor acvatice, conform conținutului acestora în plante, are un șir de avantaje în comparație cu determinarea lor directă în apă, deoarece permite obținerea unei evaluări veridice a conținutului mediu al elementelor în mediul ambiant pentru un anumit interval de timp. Cercetarea dinamicii acumulării microelementelor în plantele acvatice, în paralel cu cea a concentrației lor în apă, oferă posibilitatea, în general, de a stabili gradul de disponibilitate a metalelor pentru hidrobionți, a calcula coeficientul acumulării lor biologice și determina intensitatea migrației acestor metale în ecosistemul acvatic.

Cercetările efectuate au demonstrat că în plantele superioare plutitoare nivelul de acumulare a majorității metalelor adesea este mai înalt comparativ cu cel din helofitele emerse cu rădăcină [3, 13, 21, 22, 23].

Concentrațiile minime ( $\mu\text{g/g}$  de masă abs.usc.) ale Cu (3,7), Zn (5,2), V (1,7), Ti (2,7), Pb (0,7) și Mn (38,2) au fost înregistrate în *Phragmites australis*, cele ale Ni (2,3) – în *Potamogeton perfoliatus*, Mo (0,9) - *Potamogeton crispus*, Al (8,8) - *Myriophyllum spicatum*, iar concentrațiile maxime ale Zn (315) și Ni (86,7) – în *Myriophyllum spicatum*, Mo (23,7) și V (39,9) - *Hydrocharis morsus-ranae*, Pb (18,7) și Al (321) - *Potamogeton pectinatus*, Mn (588) și Ti (41,4) – *Lemna minor*, Cu (124) – în *Najas marina*. Diapazonul de oscilație a concentrațiilor

este foarte mare, fiind determinat atât de particularitățile taxonomice ale plantelor, conținutul metalelor în mediul ambiant, cât și de un șir de alți factori, inclusiv anotimp, dar mai exact – etapa de dezvoltare a plantei, care în lacul-refrigerent nu întotdeauna coincide cu anotimpurile calendaristice. În scopul concretizării proceselor de acumulare a microelementelor (V, Mo, Ni, Pb, Cd) în macrofitele plutitoare, au fost efectuate lucrări experimentale de laborator cu menținerea în acvarii timp de 14 zile a speciilor *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum spicatum*, *Lemna minor* și *Salvinia natans*, cu adăugarea soluțiilor cu diferite concentrații ale elementelor menționate mai sus.

**Acumularea vanadiului.** Dinamica vanadiului în apa, nămolul și hidrobionții lacului-refrigerent este condiționată de emisiile CTE Moldovenești și corelează evident cu cantitatea de combustibil arsă la CTE [3]. Nivelul de acumulare a vanadiului în toate cele 4 specii cercetate de macrofite prezintă o dependență aproape liniară de concentrația lui în apă. Mai puternic se manifestă dependența liniară la *S. natans* (Figura 4.1).

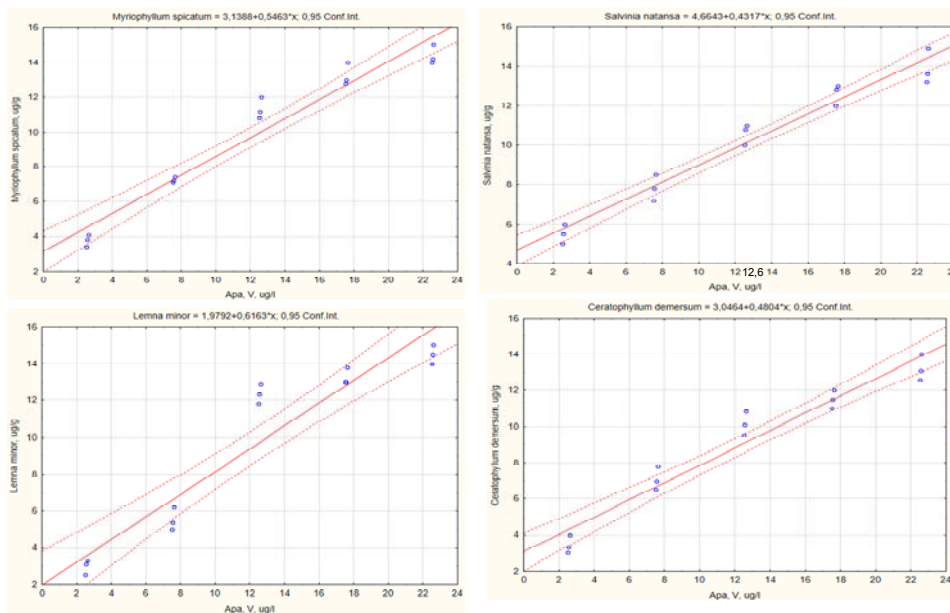


Fig. 4.1 Dependența dintre nivelul de acumulare a vanadiului (V) în *M. spicatum*, *S. natans*, *L. minor*, *C. demersum*,  $\mu\text{g/g}$  (ug/g), și concentrația V în apă,  $\mu\text{g/l}$  (ug/l)

În cazul *M. spicatum*, *L. minor* și *C. demersum*, la concentrațiile V în apă în diapazonul 2,6-7,6  $\mu\text{g/l}$  are loc acumularea lui treptată în plante, la creșterea concentrației V în soluție până la 12,6  $\mu\text{g/l}$  se observă un salt evident al conținutului de V în plante, însă sporirea ulterioară a concentrației lui în apă, invers, încetinește intensitatea acumulării lui în plantele menționate. Așa, nivelul de acumulare a V în plantele din acvariul cu o concentrație a metalului de 22,6  $\mu\text{g/l}$  se deosebește puțin de cel înregistrat în acvariul cu concentrația V în apă de 17,6  $\mu\text{g/l}$ . Presupunem că concentrațiile V în apă de peste 20  $\mu\text{g/l}$  suprimă metabolismul speciilor cercetate, sau are loc



suprasaturarea țesuturilor lor cu acest metal și, ca rezultat, procesul acumulării lui încetinește. Această tendință se observă și la *S. natans*, dar ea este mai puțin exprimată (Figura 4.1).

**Acumularea molibdenului.** Rezultatele cercetărilor experimentale [3] (Figura 4.2) au demonstrat că nivelul de acumulare a Mo în *C. demersum* se supune dependenței liniare în diapazonul de concentrații ale Mo în apă utilizat în cadrul experienței - 3,7 - 23,7  $\mu\text{g/l}$ ; în cazul *S. natans* și *M. spicatum* a fost observată o micșorare nu prea mare a intensității acumulării la concentrația Mo în apă de 13,7  $\mu\text{g/l}$ , ulterior ritmul de acumulare se nivelează.

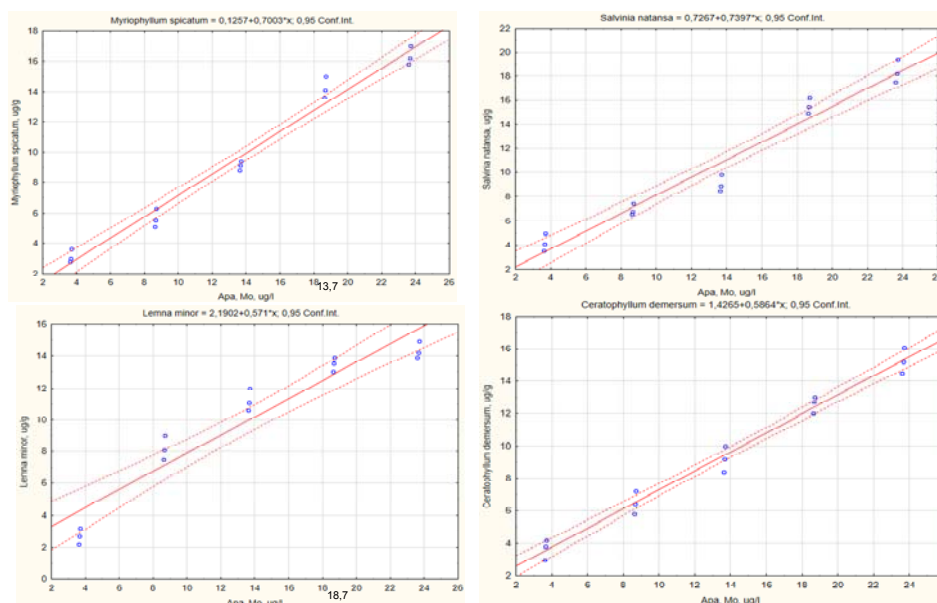


Fig. 4.2. Dependența dintre nivelul de acumulare a molibdenului (Mo) în *M. spicatum*, *S. natans*, *L. minor*, *C. demersum*,  $\mu\text{g/g}$  ( $\mu\text{g/g}$ ), și concentrația Mo în apă,  $\mu\text{g/l}$  ( $\mu\text{g/l}$ )

**Acumularea nichelului.** Nivelul de acumulare a Ni în toate plantele experimentale a crescut liniar în limitele de concentrație a acestuia în apă de 2,6-10,6  $\mu\text{g/l}$  (Figura 4.3).

Aspectele acumulării și rolului Ni în metabolismul plantelor acvatice este studiat insuficient și adesea concluziile poartă un caracter contradictoriu, fapt determinat și de un șir de alți factor abiotici, precum mineralizarea, Ph, Eh, temperatura apei, prezența agenților de formare a complexilor. Anterior noi am stabilit dependența acumulării Ni în plantele acvatice superioare ale lacului-refrigerent Cuciurgan de dinamica conținutului lui în apă [22, 23].

Pe parcursul experienței s-a dovedit că, începînd cu concentrația Ni în apă de 14,6  $\mu\text{g/l}$ , la *C. demersum* are loc stoparea creșterii nivelului de acumulare a Ni, iar la *S. natans* și *L. minor* – descreșterea lui evidentă. La *M. spicatum* a fost observată o diminuare a nivelului de acumulare a Ni la concentrația acestuia în apă de 18,6  $\mu\text{g/l}$ . În orice caz, se poate afirma că concentrațiile Ni în apă de peste 14,6  $\mu\text{g/l}$  deja inhibă procesele de acumulare a acestui metal la speciile de plante menționate.

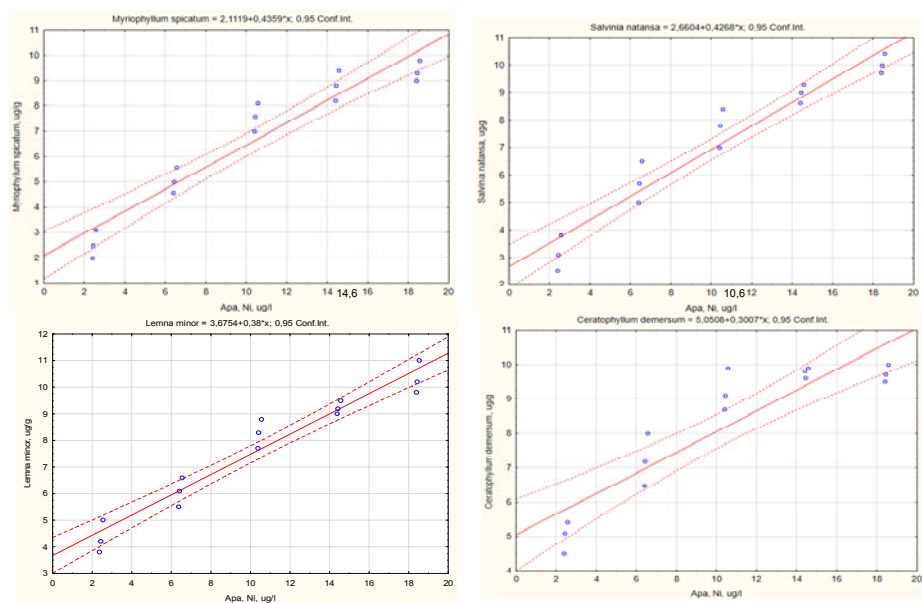


Fig. 4. 3 Dependența dintre nivelul de acumulare a nichelului (Ni) în *M. spicatum*, *S. natans*, *L. minor*, *C. demersum*,  $\mu\text{g/g}$  (ug/g), și concentrația Ni în apă,  $\mu\text{g/l}$  (ug/l)

**Acumularea plumbului.** Plumbul este unul din metalele, concentrația căruia în apă este strict limitată de OMS. Nivelul de acumulare a acestui metal în macrofitele lacului Cuciurgan atinge  $18 \mu\text{g/g}$ , ceea ce denotă un coeficient înalt de acumulare a Pb. În experiență au fost utilizate concentrații ale Pb în apă de la  $0,86 \mu\text{g/l}$  pînă la  $12,86 \mu\text{g/l}$ . Rezultatele obținute demonstrează prezența unei dependențe practic liniare a nivelului de acumulare a Pb la *L. minor*, iar în cazul *M. spicatum*, *S. natans* și *C. demersum* a fost observată descreșterea nivelului de acumulare începând cu concentrațiile din apă ale Pb de  $9,86$ - $12,86 \mu\text{g/l}$  (Figura 4.4).

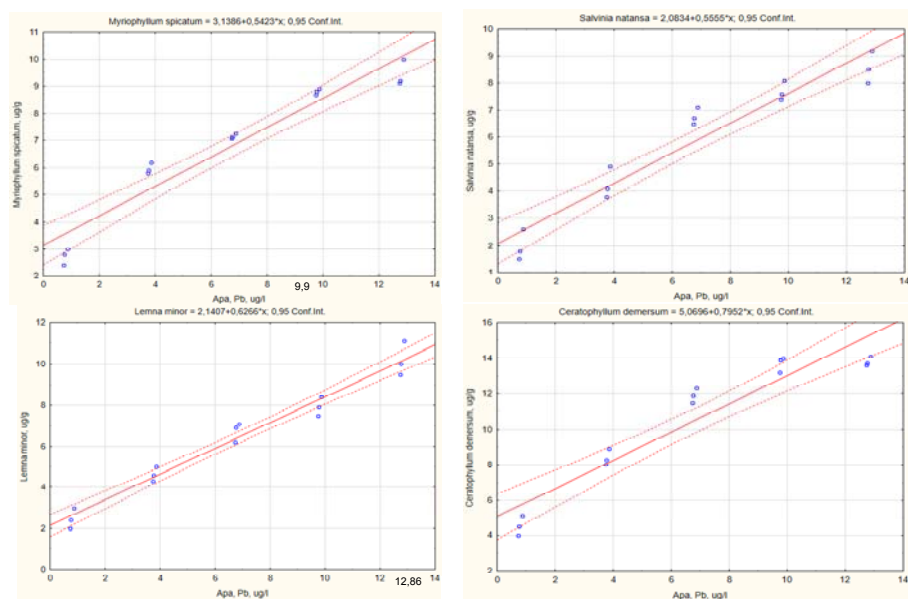


Fig. 4. 4. Dependența dintre nivelul de acumulare a plumbului (Pb) în *M. spicatum*, *S. natans*, *L. minor*, *C. demersum*,  $\mu\text{g/g}$  (ug/g), și concentrația Pb în apă,  $\mu\text{g/l}$  (ug/l)

În așa mod, Pb în concentrații în apă de peste 9  $\mu\text{g/l}$  se reflectă asupra intensității proceselor metabolice la plantele acvatice superioare, fapt care are drept consecință inhibarea, într-o măsură sau alta, a nivelului lui de acumulare la macrofitele lacului-refrigerent Cuciurgan cercetate. Pe lângă aceasta, în experiență nu au fost înregistrate careva semne de toxicitate.

**Acumularea cadmiului.** Deși toxic, cadmiul este unul din metalele cel mai puțin studiate în ecosistemele noastre acvatice. În legătură cu acest fapt, dar, totodată, ținând cont și de concentrațiile Cd în apele de suprafață ale Moldovei, pentru experiență a fost luat un interval foarte mic de concentrații ale Cd în apă - 0,02- 2,02  $\mu\text{g/l}$  (Figura 4.5).

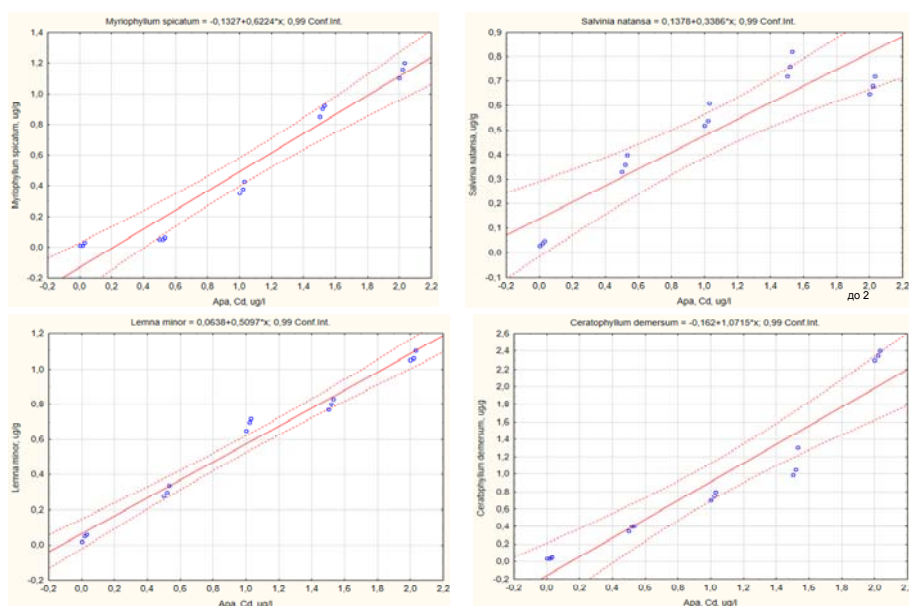


Fig. 4.5. Dependența dintre nivelul de acumulare a cadmiului (Cd) în *M. spicatum*, *S. natans*, *L. minor*, *C. demersum*,  $\mu\text{g/g}$  ( $\mu\text{g/g}$ ), și concentrația Cd în apă,  $\mu\text{g/l}$  ( $\mu\text{g/l}$ )

Rezultatele obținute nu sunt atât de univoce, precum în cazul metalelor descrise mai sus, deși, pentru diapazonul atât de mic al concentrațiilor Cd în apă, dinamica creșterii acumulării lui este destul de evidentă (Figura 4.5). Cu precauție, se poate afirma că concentrația Cd în apă de 2  $\mu\text{g/l}$  are efect inhibitor doar pentru *S. natans*; pentru *M. spicatum*, *L. minor*, *C. demersum* această concentrație a Cd nu este dăunătoare.

De menționat că concentrațiile metalelor utilizate în experiențele de acvariu au fost calculate reieșind din cunoștințele cu privire la dinamica acestora în bazinele acvatice și potențialele lor concentrații în lacul-refrigerent Cuciurgan. Scopul experiențelor a fost de a stabili dependența dintre nivelul de acumulare a metalelor și conținutul lor din apă. Experiențele nu au vizat determinarea toxicității metalelor.

În același timp, efectul concentrațiilor sporite, utilizate în cadrul experiențelor, oferă o anumită imagine a toleranței plantelor cercetate față de un metal sau altul și a concentrațiilor lui în apă. Rezultatele obținute și ecuațiile calculate ale dependențelor stabilite (Figura 4.1-4.5)

dintre nivelul de acumulare a metalelor și concentrația acestora în apă sunt veridice în diapazonul de concentrații cercetate.

Pe lângă aceasta, plantele acvatice superioare *M. spicatum*, *S. natans*, *L. minor* și *C. demersum* pot fi utilizate cu succes în biomonitoringul metalelor în ecosistemele acvatice.

Unul din indicii importanți ai rolului acumulator al plantelor acvatice este coeficientul acumulării biologice a microelementelor-metale, care se calculează prin împărțirea concentrației metalelor în hidrobionți la concentrația acestora în apă. Toate speciile de plante utilizate în cadrul experiențelor sunt macroconcentratori ai metalelor. Cele mai înalte valori ale coeficientului acumulării biologice a Pb (3930), Ni (2107) și Cd (1900) au fost depistate la *C. demersum*, a V (2148) și Mo (1351) – la *S. natans*. Valorile minime ale coeficientului acumulării biologice a Pb (628) au fost înregistrate la *S. natans*, iar ale V (622), Mo (593), Ni (490) și Cd (100) – la *M. spicatum*.

Reieșind din datele obținute se poate concluziona că concentrația Cd în apă de până la 2 μg/l, Pb - de până la 9,9 μg/l, Ni - de până la 10,6 μg/l, V - de până la 12,6 μg/l și Mo - de până la

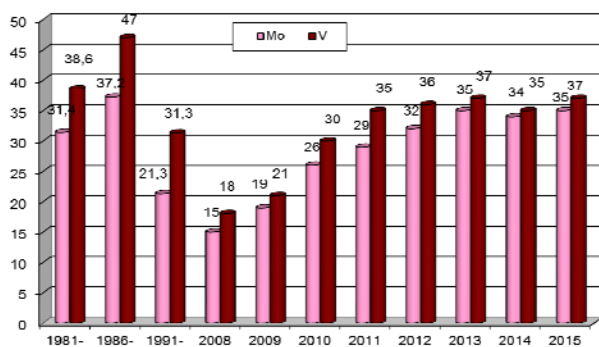


Fig. 4.6 Dinamica multianuală a valorilor medii ale concentrațiilor Mo și V în vegetația acvatică plutitoare a lacului-refrigerent Cuciurgan. Datele pentru 1981-2010 aparțin Laboratorului Hidrobiologie și Ecotoxicologie al Institutului de Zoologie al AȘM

18,7 μg/l sunt destul de favorabile pentru creșterea și dezvoltarea plantelor acvatice superioare plutitoare ale lacului-refrigerent Cuciurgan. Dependența nivelului de acumulare a metalelor în vegetația acvatică de concentrația lor din apă poate fi urmărită și în cazul examinării dinamicii multianuale a metalelor în macrofitele plutitoare din lacul de acumulare Cuciurgan (Figura 4.6).

În calcul au fost luate valorile medii anuale ale concentrațiilor metalelor în *P. pectinatus*, *P. perfoliatus*, *P. crispus*, *C. demersum*, *M. spicatum*, *L. minor*, *H. morsus-ranae*, *N. marina*.

Dinamica Mo și V atât în apă, cât și plante acvatice repetă curba cantității de combustibil ars la CTE. Acest fapt încă o dată confirmă legitimitatea utilizării plantelor acvatice superioare *P. pectinatus*, *P. perfoliatus*, *P. crispus*, *C. demersum*, *M. spicatum*, *L. minor*, *H. morsus-ranae*, *N. marina* în calitate de plante-indicatoare ale stării ecosistemelor acvatice.

Pentru cele mai multe specii de plante acvatice plutitoare a fost cercetată și dinamica sezonieră a acumulării metalelor. Mai jos este prezentată analiza dinamicii sezoniere a acumulării metalelor pe exemplul *H. morsus-ranae*. Rezultatele cercetărilor mărturisesc elocvent că din mai până în iulie concentrațiile Pb și Mo cresc de cca 3 ori, ale Ni, Cu, Zn, Mn și Al - de cca 2 ori, ale Ti și V – de 1,2 ori (Figura 4.7 și 4.8).

Deja în septembrie este urmărit procesul invers, când concentrația celor mai multe microelemente se micșorează de 1,2-1,8 ori în comparație cu cele din luna iulie; doar concentrația V în *H. morsus-ranae* continuă să crească. Oricum, în septembrie conținutul de metale este mai înalt decât în mai, însă în octombrie concentrațiile tuturor metalelor cercetate este de 2-4 ori, iar ale V – de 1,6 ori mai mici decât cele înregistrate în iulie și evident mai mici decât cele din mai (Figura 4.7 și 4.8).

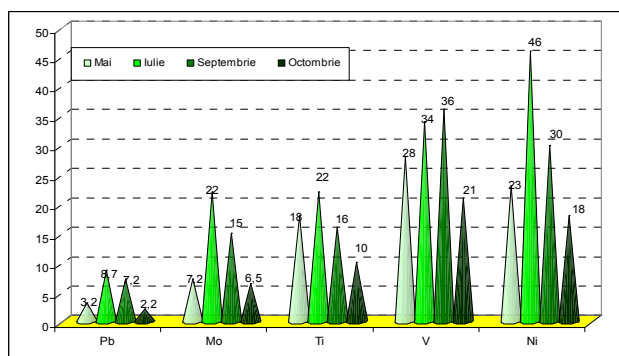


Fig. 4.7. Dinamica sezonieră a concentrațiilor Pb, Mo, Ti, V și Ni în *Hydrocharis morsus-ranae* din lacul-refrigerent Cuciurgan, 2013-2015, µg/g masă abs.usc.

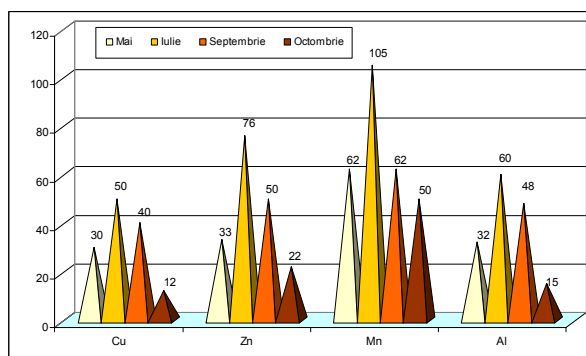


Fig. 4.8. Dinamica sezonieră a concentrațiilor Cu, Zn, Mn și Al în *Hydrocharis morsus-ranae* din lacul-refrigerent Cuciurgan, 2013-2015, µg/g masă abs.usc.

Doar analiza dinamicii sezoniere a acumulării metalelor la o singură specie de plante dovedește limitele largi ale procesului de acumulare și reîntoarcere a elementelor chimice în mediul de trai. Aceste date sunt extrem de importante în planificarea și efectuarea lucrărilor meliorative privind diminuarea pe cale mecanică a acoperirii cu vegetație a bazinelor acvatice și prevenirea poluării acestora. A fost calculată cantitatea de microelemente care este introdusă în circuit pe parcursul perioadei de vegetație, utilizând valoarea medie multianuală a producției vegetației acvatice și valorile medii ale concentrațiilor microelementelor în speciile cercetate de plante acvatice (Tabelul 4.3).

Tabelul 4.3. Cantitatea de metale introdusă în migrația biogenă de către hidrofitele submerse și helofitele lacului-refrigerent Cuciurgan al CTE Moldovenești

Metalul	Hidrofite, kg/ha	Helofite, kg/ha	Total, kg/ha
Vanadiu	0,55	0,72	1,27
Molibden	0,58	1,45	2,03
Nichel	1,10	1,60	2,70
Plumb	0,01	0,11	0,12
Titan	0,40	0,60	1,00
Aluminiu	1,82	2,62	4,44
Cupru	0,62	0,80	1,42
Zinc	1,15	2,20	3,75
Mangan	2,21	4,85	7,06

La pieirea plantelor o parte considerabilă a microelementelor acumulate, de cele mai multe ori sub forma unor compuși metaloorganici, pătrunde în stratul de apă. Conform opiniei noastre, peste jumătate din cantitatea de microelemente acumulate de plante se depozitează ulterior, în

componenta resturilor vegetale, în depunerile subacvatice. Această concluzie se bazează pe faptul că la *Ph. australis* conținutul de microelemente în sistemul radicular este de 2-3 ori mai înalt decât în partea submersă a plantei și de 5-6 ori mai înalt decât în partea ei emersă; spre toamnă această diferență se modifică. Pe lângă toate, pe suprafața tuturor plantelor cercetate și, în special, a helofitelor, se absorb cantități semnificative de substanțe în suspensie, care formează o crustă destul de compactă, grație mineralizării înalte și termoficării bazinului acvatic. În această crustă conținutul microelementelor-metale este mai înalt decât în însăși planta; la depozitare în depunerile subacvatice, crusta are rolul unui substrat pentru adsorbția elementelor chimice din stratul de apă. În așa mod, rolul vegetației acvatice superioare în migrația biogenă a elementelor chimice în ecosistemele acvatice, în procesele atât de autoepurare, cât și poluare secundară a apei, este dificil de subestimat.

## CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI PARCTICE

### Concluzii:

1. Dinamica componentei taxonomice, a abundenței și biomasei vegetației acvatice superioare a lacului-refrigerent Cuciurgan este direct dependentă de modificările regimului lui hidrologic, hidrochimic, hidrobiologic și, în ansamblu, de statutul bazinului acvatic propriu-zis, condiționat de funcționarea CTE Moldovenești [14].
2. Până la construcția centralei termoelectrice componenta taxonomică a vegetației acvatice superioare a limanului era mai bogată în comparație cu lacurile-refrigerente existente la acea vreme în URSS și includea cca 70 de specii; către sfârșitul anilor 70' ai sec. XX ea s-a redus pînă la 36-41 de specii, iar către anii 80' – pînă la 36 de specii de hidrofite și helofite. În perioada impactului termic maxim din componenta florei au dispărut așa specii precum *Nymphoides peltata*, *Nuphar luteum*, *Potamogeton heterophyllus*, *Trapa natans*, iar suprafața de răspîndire a *Nymphaea alba*, *Stratiotes aloides* ș.a. s-a micșorat foarte mult [14].
3. Actualmente, printre vegetația lacului de acumulare cea acvatică este constituită din 15 specii, atribuite la 11 familii: *Ceratophyllum demersum*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Vallisneria spiralis*, *Butomus umbellatus*, *Lemna minor*, *Lemna trisulca*, *Najas marina*, *Phragmites australis*, *Typha latifolia*, *Potamogeton crispus*, *Potamogeton pectinatus*, *Potamogeton perfoliatus*, *Myriophyllum spicatum* și, de asemenea, speciile *Salvinia natans* și *Thelypteris palustris*, introduse în Cartea Roșie a Republicii Moldova, ultima fiind înregistrată pentru prima oară în lacul de acumulare Cuciurgan. Din cele 15 specii de macrofite, 8 specii se referă la hidrofite submerse, 3 – hidrofite plutitoare și 4 – helofite. Lista speciilor de plante superioare acvatice și higrofite, care anterior au fost atestate în lac, dar nu au fost identificate de noi, cuprinde 55 de specii [13, 20, 21].

4. Speciile de macrofite *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton pectinatus*, *P. perfoliatus*, *Myriophyllum spicatum*, *Butomus umbellatus*, *Typha latifolia* și *Phragmites australis* sunt comune atât pentru lacul de acumulare Cuciurgan, cât și lacurile-refrigerente ale CAE Hmelnițk și CTE Lucomli.
5. Macrofitele lacului de acumulare contribuie la acoperirea lui intensă. În cea mai mare parte acoperirea acvatoriului este determinată de *Potamogeton crispus*, iar cea a liniei malului – de *Phragmites australis*. Suprafața acoperită de vegetație constituie cca 1280 ha, dintre care 950 ha în sectorul inferior, 200 ha în sectorul medial și 130 ha – în cel superior. *Phragmites australis* acoperă 498 ha, sau 19% din întreaga suprafață a lacului-refrigerent, cu o fitomasă de 14 940 - 17 430 t. Lacul de acumulare Cuciurgan este supus într-o măsură mai mare, comparativ cu alte lacuri-refrigerente, procesului de acoperire cu vegetație. [11, 15, 21].
6. Plantele acvatice superioare ale lacului de acumulare Cuciurgan pot și utilizate în scopul bioindicației [12]. Evaluarea stării ecologice a lacului de acumulare Cuciurgan în baza macrofitelor îl caracterizează drept un bazin acvatic  $\beta$  – mezosaprob [16].
7. În lacul de acumulare Cuciurgan plantele acvatice superioare servesc drept substrat pentru perifiton, loc pentru reproducerea și îngrășarea peștilor, ele au rol de filtrator puternic al substanțelor în suspensie și de acumulator de metale [8] cum și în baragile Dubăsari și Costești.
8. În macrofitele plutitoare nivelul celor mai multe metale este mai înalt în comparație cu cel din helofitele emerse cu rădăcină, iar concentrațiile lor oscilează în limite mari, fiind determinate de particularitățile taxonomice ale plantelor, concentrația metalelor în mediul ambiant, cât și de un șir de alți factori, inclusiv stadiul dezvoltării plantelor [16, 21, 22].
9. Plantele acvatice superioare dețin un rol important în procesele de autoepurare a lacului-refrigerent, dar pot fi și sursă de poluare secundară cu metale a stratului de apă [12, 23].
10. Au fost determinate și descrise legitățile acumulării metalelor în macrofite în funcție de conținutul lor în apă, în baza cercetărilor multianuale de câmp și a cercetărilor experimentale de laborator și, de asemenea, calculați coeficienții de acumulare biologică a metalelor. A fost stabilit că concentrația cadmiului în apă de până la 2  $\mu\text{g/l}$ , plumbului - de până la 9,9  $\mu\text{g/l}$ , nichelului - de până la 10,6  $\mu\text{g/l}$ , vanadiului - de până la 12,6  $\mu\text{g/l}$  și a molibdenului de până la 18,7  $\mu\text{g/l}$  sunt destul de favorabile pentru creșterea și dezvoltarea plantelor acvatice superioare plutitoare ale lacului-refrigerent Cuciurgan.

#### **Recomandări practice:**

1. A utiliza materialele tezei în predarea cursurilor de hidrobotanică, botanică, floră a ținutului natal, hidrobiologie, hidroecologie, monitoring biologic, chimie a mediului înconjurător în instituțiile de învățământ superior.

2. A implementa rezultatele cercetărilor în sistemul monitoringului ecologic al lacului de acumulare Cuciurgan și anume în evaluarea stării lui ecologice conform macrofitelor, mai exact a determinării gradului de saprobitate a bazinului acvatic și a monitoringului poluării lui cu metale.
3. A include *Potamogeton crispus*, *Vallisneria spiralis* și *Phragmites australis* în calitate de specii  $\beta$ - $\alpha$ - mezosaprobe în lista speciilor-indicatoare ale lacului de acumulare Cuciurgan. A considera drept indicator al termoficării bazinului acvatic gradul de dezvoltare a *Vallisneria spiralis*, care crește în canalele de deversare ale CTE și în zonele cu temperaturi mai înalte ale apei.
4. În scopul reglării și reducerii gradului de acoperire cu vegetație a lacului-refrigerent Cuciurgan, a menține nivelul apei în lac la cota de 3-3,5 m abs. prin schimbul de apă artificial cu brațul de râu Turunciuc în perioada vegetației active a plantelor acvatice superioare – în aprilie-mai.
5. În scopul limitării dezvoltării vegetației acvatice superioare, a popula lacul de acumulare cu amur alb – cca 200 indivizi de o vară (cu masa de 30-40 g) per 1 ha de acvatoriu, sau cca 540 mii indivizi per lac. Deoarece amurul alb în primii 2-3 ani de viață se hrănește cu vegetație submersă moale și doar de la vârsta de 4 ani începe consumarea vegetației submerse și emerse rigide, efectul complet al populării lacului cu amur alb se va manifesta în 3-4 ani, cu condiția păstrării efectivului numeric al populației de amur.
6. În cadrul efectuării lucrărilor meliorative și anume de reducere mecanică a nivelului de acoperire cu vegetație a bazinelor acvatice, a cosi și evacua plantele în perioada vegetației lor intense, în scopul prevenirii poluării secundare cu metale a bazinelor acvatice.

#### **BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ**

1. Toderaș I., Zubcov E., Bilețchi L. Monitoringul calității apei și evaluarea stării ecologice a ecosistemelor acvatice. Îndrumar metodic. Chișinău: Elan poligraf, 2015. 80 p.
2. Борш З.Т. Высшая водная растительность. В: Биопродукционные процессы в водохранилищах-охладителях ТЭС. Кишинев: Штиинца, 1988. С. 39-49.
3. Зубкова Е.И., Протасов А.А., Билецки Л.И., Унгуряну Л.Н., Зубкова Н.Н., Тихоненкова Л.А., Филипенко Е.Н., Силаева А.А. Накопление и миграция ванадия и молибдена в гидробионтах Кучурганского водоема-охладителя Молдавской ГРЭС. В: Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды: тез. докл. V Междунар. науч. конф., 12–17 сент. 2016 г., Минск – Нарочь. – Минск: Изд. центр БГУ, 2016. С. 73-75.
4. Катанская В.М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР. Л.: Наука, 1981. 185 с.
5. Крепис О., Усатый М., Стругуля О., Усатый А. Особенности и причины массового зарастания Кучурганского водохранилища в современной экологической ситуации и разработка способов снижения интенсивности развития водных растений. В: Studia Universitatis. Seria Științe ale naturii, 2008. № 7(17). С. 88-94.



6. Мережко А.И., Пасечная Е.А., Пасичный А.П. Биотестирование токсичности водной среды по функциональным характеристикам макрофитов. В: Гидробиол. журн., 1996. Т. 32. №1. С. 87-94.
7. Мырза М.В., Шабанова Г.А. Высшая водная растительность Кучурганского лимана, ее рациональное использование, пути обогащения и ее охрана. В: Эффективное использование водоемов Молдавии. Тезисы докладов Республиканской научно-технической конференции, 22-23 июля 1982 г. Кишинев, 1982. С. 152–153.
8. Поликарпова А.Г., Филипенко Е.Н. Тростник – как субстрат для развития перифитона в Кучурганском водохранилище. В: Геоэкологические и биоэкологические проблемы Северного Причерноморья. Материалы IV Международной научно-практической конференции 9–10 ноября 2012 г. Тирасполь: Изд-во ПГУ, 2012. С. 234-235.
9. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 240 с.
10. Садчиков А.П., Кудряшов М.А. Гидрботаника. Прибрежно-водная растительность. М.: Академия, 2005. 240 с.
11. Филипенко Е.Н., Тищенко В.С., Филипенко С.И. Заращение водоема-охладителя Молдавской ГРЭС массовыми видами макрофитов Кучурганского водохранилища. В: Международная конференция «Управление бассейном трансграничного Днестра в рамках нового бассейнового Договора», Кишинев 20-21 сентября 2013 г. Chişinău, 2013. С. 445-449.
12. Филипенко Е.Н. Высшая водная растительность приграничной техно-экосистемы Кучурганского водохранилища-охладителя Молдавской ГРЭС и ее роль в накоплении и миграции металлов. В: Природні та антропогенно трансформовані екосистеми прикордонних територій у постчорнобильський період: Матеріали міжнародної наукової конференції, 9-11 октября 2014 г. Чернігів, 2014. С. 142-145.
13. Филипенко Е.Н. Современное состояние высшей водной растительности Кучурганского водохранилища и ее роль в накоплении и миграции металлов в водоеме-охладителе Молдавской ГРЭС. В: Вестник Приднестровского университета, 2014. №2(47). С. 117-123.
14. Филипенко Е.Н. Высшая водная растительность Кучурганского водохранилища в различные периоды функционирования Молдавской ГРЭС. В: Геоэкологические и биоэкологические проблемы Северного Причерноморья. Материалы V Международной научно-практической конференции 14 ноября 2014 г. Тирасполь: Изд-во ПГУ, 2014. С. 278-282.
15. Филипенко Е.Н. Роль макрофитов в заращении водоема-охладителя Молдавской ГРЭС. В: Чтения памяти кандидата биологических наук, доцента Л.Л. Попа. Тирасполь: Изд-во Приднестр. ун-та, 2015. С. 153-160.
16. Филипенко Е.Н. Высшая водная растительность Кучурганского водохранилища, ее роль в биомониторинге и накоплении металлов. В: Академику Л.С. Бергу – 140 лет: Сборник научных статей. Бендеры: Есо-TIRAS, 2016. С. 547-552.
17. Шаларь В.М., Коноков В.Н., Боля Л.Г. Водная растительность Кучурганского лимана. В: Биол. ресурсы водоемов Молдавии. Кишинев, 1970. Вып. 7. С. 44-51.
18. Ярошенко М.Ф. Макрофиты. В: Кучурганский лиман-охладитель Молдавской ГРЭС. Кишинев: Штиинца, 1973. С. 40–45.
19. ЕС – European Communities, 2000. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. OJ L 327, 22.12.2000.
20. Philipenko S., Philipenko E., Fomenko V. Kuchurgan storage reservoir – as one of the key component of the wetlands of the lower portions of Dniester river. In: J. Wetlands Biodiversity, 2013. № 3. P. 67-75.
21. Philipenko E. The present day state of the higher water vegetation of the Kuchurgan reservoir and its role in the accumulation and migration of the metals in the cooling pond of the Moldavian

- power station. In: Buletinul Academiei de științe a Moldovei. In: Științele vieții, 2016. № 2 (239). P. 112-118.
22. Zubcova E., Biletschi L., Philipenko E. and Ungureanu L. Study on metal accumulation in aquatic plants of Cuciurgan cooling reservoir. In: E3S Web of Conferences. Volume 1, 2013. Proceedings of the 16th International Conference on Heavy Metals in the Environment. Rome, Italy, September 23-27, 2012. <http://dx.doi.org/10.1051/e3sconf/20130129008>. 4 p.
23. Zubcov Elena, Biletschi Lucia, Zubcov Natalia, Philipenko Elena, Borodin Natalia. Metal accumulation in aquatic plants of Dubasari and Cuciurgan reservoirs. In: Muzeul Olteniei Craiova. Oltenia. Studii și comunicări. Științele Naturii. Tom. 29. № 2, 2013. P. 216-220.

## **LISTA PUBLICATIILOR ȘTIINȚIFICE LA TEMA TEZEI**

### **1. Articole științifice în reviste editate peste hotare**

1. Philipenko S., Philipenko E., Fomenko V. Kuchurgan storage reservoir – as one of the key component of the wetlands of the lower portions of Dniester river. In: J. Wetlands Biodiversity, 2013. № 3. P. 67-75.
2. Zubcov Elena, Biletschi Lucia, Zubcov Natalia, Philipenko Elena, Borodin Natalia. Metal accumulation in aquatic plants of Dubasari and Cuciurgan reservoirs. In: Muzeul Olteniei Craiova. Oltenia. Studii și comunicări. Științele Naturii. Tom. 29. № 2, 2013. P. 216-220.

### **2. Articole științifice în reviste incluse în Registrul național al revistelor științifice de profil**

#### **Tipul B**

3. Philipenko E. The present day state of the higher water vegetation of the Kuchurgan reservoir and its role in the accumulation and migration of the metals in the cooling pond of the Moldavian power station. In: Buletinul Academiei de științe a Moldovei. Științele vieții, 2016. № 2 (239). P. 112-118.

### **3. Articole în alte reviste**

4. Филипенко Е.Н. Современное состояние высшей водной растительности Кучурганского водохранилища и ее роль в накоплении и миграции металлов в водоеме-охладителе Молдавской ГРЭС. В: Вестник Приднестровского университета, 2014. №2(47). С. 117-123.

### **4. Articole în culegerile conferințelor științifice naționale/internaționale**

5. Филипенко Е.Н., Щука Т.В., Тихоненкова Л.А. Ретроспектива изменения содержания некоторых химических соединений в Кучурганском водохранилище. В: Геоэкологические и биоэкологические проблемы Северного Причерноморья. Материалы III Международной научно-практической конференции 22–23 октября 2009 г. Тирасполь: Изд-во ПГУ, 2009. С. 219-221.
6. Филипенко Е.Н., Тищенко В.С. Зарастание тростником (*Phragmites australis*) Кучурганского водохранилища – охладителя Молдавской ГРЭС. В: Бассейн реки Днестр: экологические проблемы и управление трансграничными природными ресурсами. Материалы Междун. научно-практ. конф. Тирасполь: Издательство ПГУ, 2010. С. 248-250.
7. Поликарпова А.Г., Филипенко Е.Н. Тростник – как субстрат для развития перифитона в Кучурганском водохранилище. В: Геоэкологические и биоэкологические проблемы Северного Причерноморья. Материалы IV Международной научно-практической конференции 9–10 ноября 2012 г. Тирасполь: Изд-во ПГУ, 2012. С. 234-235.
8. Филипенко Е.Н., Тищенко В.С. Некоторые сведения о современном состоянии водной и околоводной флоры Кучурганского водохранилища. В: Геоэкологические и биоэкологические проблемы Северного Причерноморья. Материалы IV Международной научно-практической конференции 9–10 ноября 2012 г. Тирасполь: Изд-во ПГУ, 2012. С. 313-314.

9. Zubcova E., Biletski L., Philipenko E. and Ungureanu L. Study on metal accumulation in aquatic plants of Cuciurgan cooling reservoir. In: E3S Web of Conferences. Volume 1, 2013. Proceedings of the 16th International Conference on Heavy Metals in the Environment. Rome, Italy, September 23-27, 2013. <http://dx.doi.org/10.1051/e3sconf/20130129008>. 4 p.
10. Филипенко Е.Н., Тищенко В.С., Филипенко С.И. Зарастание водоема-охладителя Молдавской ГРЭС массовыми видами макрофитов Кучурганского водохранилища. В: Международная конференция «Управление бассейном трансграничного Днестра в рамках нового бассейнового Договора», Кишинев 20-21 сентября 2013 г. Chişinău, 2013. С. 445-449.
11. Филипенко Е.Н., Тищенко В.С., Филипенко С.И., Тищенко А.А. Раритетные виды биоты трансграничного Кучурганского водохранилища. В: Природні та антропогенно трансформовані екосистеми прикордонних територій у постчорнобильський період: Матеріали міжнародної наукової конференції, 9-11 октября 2014 г. Чернігів, 2014. С. 72-79.
12. Филипенко Е.Н. Высшая водная растительность приграничной техно-экосистемы Кучурганского водохранилища-охладителя Молдавской ГРЭС и ее роль в накоплении и миграции металлов. В: Природні та антропогенно трансформовані екосистеми прикордонних територій у постчорнобильський період: Матеріали міжнародної наукової конференції, 9-11 октября 2014 г. Чернігів, 2014. С. 142-145.
13. Филипенко Е.Н. Высшая водная растительность Кучурганского водохранилища в различные периоды функционирования Молдавской ГРЭС. В: Геоэкологические и биоэкологические проблемы Северного Причерноморья. Материалы V Международной научно-практической конференции 14 ноября 2014 г. Тирасполь: Изд-во ПГУ, 2014. С. 278-282.
14. Филипенко Е.Н. Роль макрофитов в зарастании водоема-охладителя Молдавской ГРЭС. В: Чтения памяти кандидата биологических наук, доцента Л.Л. Попа. Тирасполь: Изд-во Приднестр. ун-та, 2015. С. 153-160.
15. Филипенко Е.Н. Высшая водная растительность Кучурганского водохранилища, ее роль в биомониторинге и накоплении металлов. В: Академику Л.С. Бергу – 140 лет: Сборник научных статей. Бендеры: Есо-TIRAS, 2016. С. 547-552.
- 5. Teze în culegerile conferințelor științifice naționale/internaționale**
16. Филипенко Е.Н., Филипенко С.И. Использование компьютерных технологий в гидробиологии на примере исследования степени зарастания макрофитами Кучурганского водохранилища-охладителя Молдавской ГРЭС. В: Математическое моделирование в образовании, науке и производстве. Тезисы IX Международная конференция, Тирасполь, 8-10 октября 2015 г. Тирасполь: Изд-во Приднестровского ун-та, 2015. С. 182-183.
17. Зубкова Е.И., Протасов А.А., Билецки Л.И., Унгуриану Л.Н., Зубкова Н.Н., Тихоненкова Л.А., Филипенко Е.Н., Силаева А.А. Накопление и миграция ванадия и молибдена в гидробионтах Кучурганского водоема-охладителя Молдавской ГРЭС. В: Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды: тез. докл. V Междунар. науч. конф., 12–17 сент. 2016 г., Минск – Нарочь. – Минск: Изд. центр БГУ, 2016. С. 73-75.
18. Philipenko E.N. The higher water vegetation of the Kuchurgan reservoir - the cooling pond of the Moldavian power station. In: Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды: тез. докл. V Междунар. науч. конф., 12–17 сент. 2016 г., Минск – Нарочь. – Минск: Изд. центр БГУ, 2016. С. 123-124.

## АННОТАЦИЯ

**Филипенко Елена** «Разнообразие макрофитов и их роль в экосистеме Кучурганского водохранилища», диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук, Кишинев, 2016 г. Состоит из введения, 4 глав, выводов и рекомендаций, библиографии из 157 источников. Изложена на 133 стр., содержит 10 табл., 29 рис. и 4 приложения. Опубликованы 18 научных работ. **Ключевые слова:** высшие водные растения, водохранилище-охладитель, зарастание, биоиндикация, накопление и миграция металлов. **Область исследований:** гидробиология. **Цель работы:** изучить современное состояние высшей водной растительности и оценить ее роль в экосистеме Кучурганского водоема-охладителя Молдавской ГРЭС. **Задачи:** исследовать процессы формирования высшей водной растительности на разных этапах эксплуатации водохранилища; изучить ее состав, характер распределения и сезонной динамики; биоиндикационная оценка по макрофитам и их роль в аккумуляции и миграции металлов и процессах самоочищения водоема. **Научная новизна и оригинальность.** Впервые проведено комплексное исследование высшей водной растительности, особенностей ее развития и распределения в зависимости от работы электростанции; оценена степень зарастания водоема. Установлены закономерности накопления и круговорота металлов и роль макрофитов в самоочищении и вторичном загрязнении водоема. Дана биоиндикационная оценка экологического состояния водоема по макрофитам. Установлены и описаны 2 вида растений, внесенных в Красную книгу Молдовы. **Решенная важная научная проблема** *состоит в определении* видового состава макрофитов, степени зарастания водоема охладителя и установлении закономерности накопления металлов высшей водной растительностью, *что позволило* количественно оценить аккумуляционную способность макрофитов, определить их толерантность, значимость в процессах самоочищения и вторичного загрязнения, *что позволяет* научно обосновать проведение мелиоративных работ в техногенно-преобразованных водных экосистемах и использование макрофитов в биоиндикации и мониторинге. **Теоретическая значимость** полученные результаты дополняют и расширяют знания о биоразнообразии высших водных растений, о процессах и закономерностях накопления и миграции металлов в водных экосистемах. Результаты обеспечивают научную основу для более эффективного использования водных растений в биологическом мониторинге и фиторемедиации загрязненных водных объектов, в том числе водоемов-охладителей. **Практическая ценность работы.** Внедрение в учебный процесс, в систему экологического мониторинга Кучурганского водохранилища и разработка мероприятий по уменьшению зарастания и биопомех для электростанции.

## ADNOTARE

**Filipenco Elena. “Diversitatea macrofitelor și rolul lor în ecosistemul lacului de acumulare Cuciurgan”.** Teză de doctor în științe biologice, Chișinău, 2016. Teza constă din introducere, 4 capitole, concluzii și recomandări, bibliografie din 157 de titluri, 4 anexe. Lucrarea este expusă pe 133 pagini text de bază, conține 10 tabele și 29 figuri. Sunt publicate 18 lucrări științifice. **Cuvinte-cheie:** plante acvatice superioare, lac-refrigerent, acoperire cu macrofite, bioindicație, acumularea și migrația metalelor. **Domeniul de studiu:** hidrobiologie. **Scopul tezei:** studierea stării actuale a vegetației acvatice superioare și evaluarea rolului ei în ecosistemul lacului-refrigerent al CTE Moldovenești. **Obiective:** cercetarea proceselor de formare a vegetației acvatice superioare la diferite etape de exploatare a lacului-refrigerent; studierea componenței, caracterului distribuției și dinamicii ei sezoniere; bioindicația stării ecologice a lacului în baza macrofitelor și evaluarea rolului lor în acumularea, migrația metalelor și procesele de autoepurare și poluare secundară a lacului. **Noutatea și originalitatea științifică.** Pentru prima oară a fost cercetată complex diversitatea vegetației acvatice superioare, particularitățile dezvoltării și distribuției ei în dependență de funcționarea CTE; estimat gradul de acoperire cu vegetație a lacului; stabilite legitățile acumulării și circuitului metalelor și rolul macrofitelor în autoepurarea și poluarea secundară a lacului; evaluată starea ecologică a lacului în baza utilizării macrofitelor drept obiect al bioindicației; identificate și descrise 2 specii de plante incluse în Cartea Roșie a Republicii Moldova. **Problema științifică importantă soluționată** constă în determinarea componenței taxonomice a vegetației care acoperă lacul-refrigerent și stabilirea legităților de acumulare a metalelor de către vegetația acvatică superioară, ceea ce a permis evaluarea cantitativă a capacității de acumulare a macrofitelor, determinarea toleranței și rolului lor în procesele de autoepurare și poluare secundară, în vederea fundamentării științifice a efectuării lucrărilor de ameliorare în ecosistemelor acvatice, supuse modificării tehnogene, și utilizarea macrofitelor în bioindicație și monitoring. **Semnificația teoretică.** Rezultatele obținute completează și îmbogățesc cunoștințele privind diversitatea biologică a plantelor acvatice superioare, procesele și legitățile acumulării și migrației metalelor în ecosistemele acvatice. Rezultatele asigură baza științifică pentru o aplicare mai eficientă a plantelor acvatice în monitoringul biologic și fitoremedierea bazinelor acvatice poluate, inclusiv lacuri-refrigerente. **Valoarea aplicativă.** Rezultatele cercetării pot fi utilizate în procesul didactic, implementate în sistemul monitoringului ecologic al lacului-refrigerent Cuciurgan, aplicate la elaborarea măsurilor de reducere a suprafeței acoperite cu macrofite și diminuarea impedimentelor biologice în activitatea stației electrice.

## ANNOTATION

**Filipenco Elena** „Diversity and role of macrophyte in the ecosystem of Cuciurgan reservoir”. Ph.D. thesis in Biology, Chisinau, 2016. The thesis consists of introduction, 4 chapters, conclusions and recommendations, bibliography (157 entries), 4 appendices. The thesis basic text contains 133 pages, 10 tables and 29 figures. The results are published in 18 scientific papers. **Keywords:** higher aquatic plants, cooling reservoir, overgrowing with macrophytes, bioindication, metal accumulation and migration. **Field of study:** hydrobiology. **Aim of the thesis:** to study the current state of higher aquatic vegetation and to assess its role in the ecosystem of cooling reservoir of the Moldovan Thermal Power Plant. **Objectives:** to research the formation processes of the higher aquatic vegetation at different stages of the reservoir exploitation; to study vegetation composition, pattern of distribution and seasonal dynamics; bioindication of the reservoir ecological status based on macrophytes and assessment of their role in the metal accumulation and migration and processes of self-cleaning in the reservoir. **Scientific novelty and originality.** A complex research of the higher aquatic vegetation peculiarities of development and distribution in dependence of the TPP operation has been carried out for the first time; the degree of reservoir overgrowing was assessed; the regularities of metal accumulation and circuit and the role of macrophytes in the self-cleaning and secondary pollution of the reservoir were determined; bioindication of the reservoir ecological status with macrophytes was applied; 2 plant species included in the Red Book of the Republic of Moldova were identified and described. **Important scientific problem solved** *consists in* determining the taxonomic structure of the overgrowing the cooling reservoir vegetation, and revealing the regularities of metal accumulation by higher aquatic vegetation, *which allowed* assessing quantitatively the macrophyte accumulation capacity, determining their tolerance and role in the reservoir self-cleaning and secondary pollution processes, *aiming to* ground scientifically the carrying out of improvement works of technogenic-modificated aquatic ecosystems and macrophyte usage in bioindication and monitoring. **Theoretical significance.** The obtained results complement and extend the knowledge on the diversity of higher aquatic plants, processes and regularities of the metal accumulation and migration in aquatic ecosystems. The results ensure the scientific basis for a more efficient use of aquatic plants in the biological monitoring and phytoremediation of polluted water bodies, including the cooling reservoirs. **Practical value.** The results can be used in teaching process, implemented in the system of ecological monitoring of Cuciurgan reservoir, applied in elaboration of measures aimed to reduce the overgrowing with macrophytes and the influence of biological impediments on TPP activity.

**FILIPENCO ELENA**

**DIVERSITATEA MACROFITELOR ȘI ROLUL LOR ÎN  
ECOSISTEMUL LACULUI DE ACUMULARE CUCIURGAN**

**165.03. – IHTIOLOGIE, HIDROBIOLOGIE**

Autoreferatul tezei de doctor în științe biologice

probat spre tipar: 22 noiembrie 2016. Hirtie ofset. Tipar ofset

Coli de tipar 1.0.

Formatul hârtiei 60 x 84 <sup>1</sup>/16.

Tiraj 50 ex. Comanda nr. 58/16.