

**АКАДЕМИЯ НАУК МОЛДОВЫ
ИНСТИТУТ ЗООЛОГИИ**

На правах рукописи
УДК: 574.5 : 556.551(478) (043.3)

ФИЛИПЕНКО ЕЛЕНА

**РАЗНООБРАЗИЕ МАКРОФИТОВ И ИХ РОЛЬ В
ЭКОСИСТЕМЕ КУЧУРГАНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА**

165.03. – ИХТИОЛОГИЯ, ГИДРОБИОЛОГИЯ

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук

КИШИНЕВ, 2016

Работа выполнена в Лаборатории гидробиологии и экотоксикологии Института зоологии Академии наук Молдовы

Научный руководитель:

Зубков Елена, доктор хабилитат биологических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Усатый Марин, доктор хабилитат биологических наук, профессор

Грабко Надежда доктор биологических наук, доцент

Состав специализированного ученого совета:

Унгуряну Лауренция, *председатель*, доктор хабилитат биологических наук, профессор

Билецки Лучия, *ученый секретарь*, доктор биологических наук, доцент

Тодераш Ион, доктор хабилитат биологических наук, профессор, академик

Шалару Виктор, доктор хабилитат биологических наук, профессор

Морару Константин, доктор хабилитат географических наук, доцент

Мирон Алена, доктор биологических наук

Защита диссертации состоится «__» декабря 2016 г. в _____ часов на заседании Специализированного ученого Совета D 06 165.03-04 при Институте зоологии АНМ по адресу: MD 2028, Кишинев, ул. Академическая, 1, зал 352
Tel./ fax: (+373 22) 73 98 09, e-mail: izoolasm@yahoo.com.

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в Центральной научной библиотеке „А. Лупан” и на интернет странице Национального Совета по Аккредитации и Аттестации www.cnaa.md

Автореферат разослан «__» ноября 2016 г.

Ученый секретарь диссертационного совета

доктор биологических наук, доцент

Билецки Лучия

Научный руководитель

доктор хабилитат биологических наук, профессор

Зубков Елена

Автор

Филипенко Елена

© Филипенко Елена, 2016

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Высшие водные растения является одним из основных компонентов водных экосистем. Они играют важную роль при формировании пищевых связей и среды обитания гидробионтов, поглощают значительное количество различных загрязнителей и, таким образом, активно участвуют в процессах самоочищения водоемов, повышают устойчивость водных экосистем к внешним воздействиям. Их роль значительно возрастает в водных экосистемах, подверженных усиленной антропогенной нагрузке, особенно в водоемах-охладителях тепловых и атомных электростанций. Погруженная водная растительность существенно снижает скорость потока воды в водозаборных системах электростанций и интенсивность циркуляции вод в водоемах-охладителях с оборотной системой, к которым относится и Кучурганское водохранилище. Высшая водная растительность имеет большое значение в регуляции биологических процессов в экосистеме и в самоочищении Кучурганского водохранилища.

Изучение адаптационных возможностей растений в условиях повышенных антропогенных нагрузок на водные экосистемы представляет теоретический интерес и имеет большое практическое значение, т.к. является научной основой повышения устойчивости гидробиоценозов и поддержания их биологического разнообразия, их фиторемедиации, а также для биомониторинга загрязненных водных объектов. Исследования макрофитов водоемов-охладителей, их функциональных характеристик и адаптивного потенциала имеют большое теоретическое значение в свете проблемы изменения климата.

При исследованиях водоемов-охладителей ТЭС и АЭС европейской части, высшей водной растительности уделяется недостаточно внимания. Данные о макрофитах Кучурганского водохранилища в различные периоды его становления приводятся в работах В.М. Шаларь [17], З.Т. Борш [2], М.В. Мырза и Г.А. Шабановой [7] и др. Основное внимание уделялось флористическим исследованиям и, в меньшей мере, установлению значимости макрофитов в функционировании экосистемы Кучурганского водохранилища.

Цель исследований: изучить современное состояние высшей водной растительности и оценить ее роль в экосистеме Кучурганского водоема-охладителя Молдавской ГРЭС.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие **задачи:**

1. Исследовать процессы формирования высшей водной растительности на разных этапах эксплуатации водоема-охладителя.

2. Изучить состав и характер пространственного распределения макрофитов по акватории водоема-охладителя.
3. Выявить особенности сезонной динамики основных групп высших водных растений в водоеме-охладителе.
4. Дать биоиндикационную оценку экологического состояния водоема-охладителя по макрофитам.
5. Установить закономерности накопления металлов (ванадия, молибдена, никеля, свинца, титана, алюминия, меди, цинка, марганца) водной растительностью.
6. Оценить роль высшей водной растительности в миграции и круговороте химических элементов, в процессах самоочищения и вторичного загрязнения водоема-охладителя.

Научная новизна и оригинальность. Впервые проведено комплексное исследование разнообразия высшей водной растительности, выявлены особенности ее развития и динамика распределения в зависимости от функционирования Молдавской ГРЭС; с применением современных компьютерных технологий оценена степень зарастания водоема. Установлены закономерности накопления металлов, дана количественная оценка значимости водных растений в накоплении и круговороте металлов, в процессах самоочищения и вторичном загрязнении водоема-охладителя. Впервые дана биоиндикационная оценка экологического состояния Кучурганского водохранилища по макрофитам. Установлены и описаны 2 редких и исчезающих вида высших водных растений, внесенных в Красную книгу Республики Молдова.

Теоретическая значимость. Полученные результаты исследований дополняют и расширяют знания о биоразнообразии высших водных растений, о процессах и закономерностях накопления и миграции металлов в водных экосистемах, о роли высшей водной растительности в круговороте вещества и энергии, и роли природных и антропогенных факторов в техногенно-преобразованных водных экосистемах. Полученные результаты служат научной основой для более эффективного использования высших водных растений в целях биологического мониторинга и фиторемедиации загрязненных водных объектов, в том числе водоемов-охладителей.

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 аккумулирующую 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.

Практическая ценность работы. Результаты исследования могут быть использованы в учебном процессе, для комплексной оценки экологического состояния Кучурганского водоема и разработки мероприятий по уменьшению зарастания макрофитами, уменьшению биопомех для станции, и разработки природоохранных мероприятий в целом. Собранный гербарий водной и околководной флоры пополнил коллекционные фонды флористического музея Приднестровского государственного университета.

Положения, выносимые на защиту:

1. Многолетняя динамика видового разнообразия высшей водной и околководной растительности Кучурганского водоема-охладителя Молдавской ГРЭС с учетом воздействия природных и антропогенных факторов.
2. Сезонная динамика, разнообразие, биомасса и продукция растительности, особенности ее распределения, доминирующие виды гидрофитов и гелофитов, формирующие зарастание акватории и прибрежной части водоема-охладителя.
3. Значимость макрофитов в формировании гидробиоценоза водоемов-охладителей ТЭС (в развитии перифитона, для нереста и нагула ихтиофауны, осаждение взвешенных веществ). Возможности использования макрофитов в биоиндикации, оценке уровня сапробности и трофности водных экосистем.
4. Закономерности накопления металлов высшей водной растительностью, их аккумулирующая способность и роль в миграции и круговороте химических веществ, в процессах самоочищения и вторичного загрязнения водных экосистем.
5. Рекомендации по фиторемедиации, рациональному использованию водных ресурсов и оптимизации использования Кучурганского водохранилища в качестве охладителя Молдавской ГРЭС.

Внедрение научных результатов. Результаты исследований включены в курсы лекций следующих дисциплин: гидробиотаника, ботаника, флора родного края, гидробиология, биоэкологический мониторинг, химия окружающей среды, которые читаются на кафедрах Зоологии и общей биологии, Биоэкологии, Химии и методики преподавания химии Естественно-географического факультета ПГУ им. Т.Г. Шевченко, а также в систему экологического мониторинга Кучурганского водохранилища.

Апробация научных результатов. Исследования являются составной частью институциональных проектов Лаборатории гидробиологии и экотоксикологии Института зоологии АН Молдовы. Материалы работы представлены и обсуждены на заседаниях лаборатории Гидробиологии и экотоксикологии и Ученого совета Института зоологии АН Молдовы, кафедры Зоологии и общей биологии ПГУ, а также на научных конференциях и

симпозиумах: «Бассейн реки Днестр: экологические проблемы и управление трансграничными природными ресурсами» (Тирасполь, 2010), «Геоэкологические и биоэкологические проблемы Северного Причерноморья» (Тирасполь, 2009, 2012, 2014), «16th International Conference on Heavy Metals in the Environment» (Rome, Italy, 2012), «Управление бассейном трансграничного Днестра в рамках нового бассейнового Договора» (Кишинэу, 2013), «Природні та антропогенно трансформовані екосистеми прикордонних територій у постчорнобильський період» (Чернігів, 2014), «Математическое моделирование в образовании, науке и производстве» (Тирасполь, 2015), Академику Л.С. Бергу - 140 лет (Бендеры, 2016), «Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды» (Минск, 2016).

Публикации по теме диссертации. По теме диссертации опубликовано 18 научных работ (в том числе 7 - без соавторов): статьи в зарубежных журналах - 2, статьи в журналах, включенных в *Национальный регистр профильных научных журналов* категории В – 1, статьи в других журналах - 1, публикации в международных / национальных сборниках – 8/3, тезисы в международных сборниках – 2/1.

Объем и структура работы. Диссертация представлена на 133 страницах основного текста, который включает: резюме (на русском, английском и румынском языках), введение, 4 главы, общие выводы и рекомендации. Работа содержит список литературы, включающий 157 наименований, 10 таблиц, 29 рисунков и 4 приложения.

Ключевые слова: высшие водные растения, макрофиты, водохранилище-охладитель, зарастание, биоиндикация, накопление и миграция металлов.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. РАЗВИТИЕ ВЫСШЕЙ ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ И ЕЕ РОЛЬ В ФУНКЦИОНИРОВАНИИ ЭКОСИСТЕМ ВОДОЕМОВ-ОХЛАДИТЕЛЕЙ

В главе сделан анализ и синтез литературных источников, касающихся биологических и экологических особенностей различных групп высшей водной растительности, их значении в функционировании экосистем водоемов-охладителей теплоэлектростанций, в том числе в процессах их зарастания и снижения охлаждающей способности, в процессах накопления и миграции химических веществ и факторов их определяющих, а также вторичного загрязнения экосистемы металлами.

Теплоэлектростанции, сбрасывая подогретые воды и химические загрязнения, оказывают существенное воздействие на качество водной среды и, соответственно, на жизнедеятельность гидробионтов, в том числе и макрофитов. В Кучурганском водохранилище сброс подогретых вод приводит к сдвигу фенологических фаз растений, к ускорению процессов продукции и деструкции органического вещества. Изменение

термического режима водоема привело к интенсификации процессов его минерализации, которая в настоящее время на отдельных участках превышает 1200 мг/л. Функционирование Молдавской ГРЭС также привело к загрязнению воды водоема-охладителя ванадием, молибденом, никелем, кадмием, марганцем, а донных отложений также свинцом, цинком и медью. Увеличение концентраций металлов в воде и донных отложениях привело к росту их накопления в тканях растительных и животных гидробионтов.

Наряду с проблемой зарастания, создаваемой макрофитами для экосистем водоемов-охладителей, водная растительность имеет большое функциональное значение в процессе самоочищения водоемов и в регулировании биологических процессов. Сообщества водных растений в значительной степени препятствуют цветению воды и кроме этого служат местом нереста и нагула многих фитофильных рыб. Макрофиты формируют биотоп для разнообразных групп гидробионтов и являются субстратом для перифитона. Макрофиты изменяют физико-химические параметры среды в процессе фотосинтеза, поглощают и выделяют биогенные элементы и растворенные органические вещества из воды, выносят их из донных отложений в водную толщу, концентрируют микроэлементы в тканях и клетках.

Высшие водные растения могут быть использованы в биологическом мониторинге водных экосистем [16]. В главе приводятся критерии оценки экологического состояния водоемов по макрофитам - их индикаторной значимости, характеристик растительных сообществ водоемов, в том числе таких, как площадь и характер зарастания водоема, биомасса растений на единицу площади дна, проективное покрытие, продукция, состояние растений, видовой состав и др.

Способность макрофитов накапливать металлы, в том числе тяжелые, в концентрациях, превышающих фоновые значения, легла в основу при разработке методов биотестирования токсичности водной среды [6, 10 и др.].

Во многих странах Европы внедряется Водно-Рамочная Директива ЕС (WFD) [19], в соответствии с которой видовой состав и структурные характеристики макрофитов рекомендованы к применению для оценки экологического состояния водоемов наряду с широко используемыми гидробиологическими показателями сообществ макрозообентоса и фитопланктона.

Приводятся основные классификации прибрежно-водной растительности, среди которых наибольшее распространение получила классификация В.М. Катанской [4]. Аргументированы цели и задачи диссертационной работы.

2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Материалами для диссертационной работы послужили результаты исследований автора 2010-2015 гг. Дано описание объекта исследования – Кучурганского водохранилища-охладителя Молдавской ГРЭС и методов исследования, использованных в процессе выполнения данной работы.

Флористические исследования проводились с использованием общепринятых методик в гидробиологии, адаптированных к стандартам ЕС-ИСО. Определение растений выполнено согласно классическим методам с использованием определителей-руководств. Площадь зарастания макрофитами рассчитывалась по спутниковым фотографиям с помощью пакета прикладных программ MATLAB («Matrix Laboratory»), предназначенных для решения задач технических вычислений.

Оценка экологического состояния водохранилища по макрофитам проводилась с использованием видов-индикаторов, сапробность рассчитывалась по индексу сапробности Пантле и Букка.

Исследование уровня накопления металлов выполнено с применением современных методов ААС с использованием электротермического атомизатора (ИСП-АЭС) и соответствующего оборудования *AAnalyst 400 Perkin Elmer* и *Thermo Scientific iCAP 6200 Duo, Thermo Fisher Scientific*.

3. ВЫСШАЯ ВОДНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ КУЧУРГАНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

3.1. Многолетняя динамика биоразнообразия и биомассы высшей водной растительности до и в первые годы функционирования Молдавской ГРЭС

Приводятся результаты исследований [12, 14, 17, 18] многолетней динамики биологического разнообразия, распределения и степени зарастания макрофитами Кучурганского водохранилища до и в первые годы функционирования Молдавской ГРЭС. До зарегулирования водоема в лимане было описано около 30 видов высшей водной и околководной растительности, к началу 1970-х г - 70 видов, а к концу 70-х годов XX столетия видовой состав водных растений вследствие термофикации, химических, механических и биологических методов борьбы с зарастанием сократился до 36-40 видов гидрофитов и гелофитов, из которых 22% составляли макрофиты плавающие и с плавающими листьями.

3.2. Динамика видового состава, распределения и биомассы высшей водной растительности в период максимальной тепловой нагрузки Молдавской ГРЭС

В 80-е годы прошлого столетия мощность Молдавской ГРЭС достигла своего проектного максимума в 2520 МВт, что проявилось в максимальном воздействии на

экосистему водоема-охладителя, сбросу теплых вод не только в нижний, но и в средний участки водохранилища, и в целом к изменению его гидрологического режима. Видовой состав высшей водной растительности был представлен 36-40 видами, доминирующий состав сохранился прежним [2, 7]. Из состава флоры выпали *Nymphoides peltata* (S.G.Gmel.) Kuntze, 1891, *Nuphar luteum* (Linnaeus, 1753), *Potamogeton heterophyllus* (Schreb., 1771), *Trapa natans* (Linnaeus, 1753) и др. виды, а *Nymphaea alba* (Linnaeus, 1753), *Stratiotes aloides* (Linnaeus, 1753) и др. очень сильно сократили свой ареал.

Информация о разнообразии, облике и фитоценозе высшей водной растительности Кучурганского водохранилища за 90-е годы прошлого столетия практически отсутствуют или носит фрагментарный характер на основе выполненных исследований Института зоологии в рамках договорных работ с Молдавской ГРЭС.

3.3. Современное состояние высшей водной растительности Кучурганского водохранилища

Среди современной растительности водохранилища водную флору составляют 15 видов из 11 семейств: 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). В соответствии с классификацией В.М. Катанской [4] 8 видов относятся к гидрофитам погруженным, 3 - к гидрофитам плавающим и 4 вида - к гелофитам [13, 14, 21]. В главе приводится описание каждого вида, его распространение по акватории водоема, сезонная динамика развития, обилие и биомасса.

Ceratophyllum demersum один из самых массовых видов макрофитов, обуславливающих зарастание водоема в летний период. В водохранилище распространен повсеместно, предпочитая открытые участки прибрежной зоны среди зарослей тростника и рогоза. Занимает значительную часть толщи воды. К середине лета достигает сырой фитомассы 4-5, местами до 6 кг/м².

Hydrocharis morsus-ranae является обычным видом, встречается на всей акватории, предпочитая тихие участки среди зарослей тростника и рогоза, где образует формации с сальвинией и рясками. Массового развития достигает с августа месяца, в местах большого скопления достигая биомассы 1,8-2 кг/м².

Vallisneria spiralis встречается на открытой акватории прибрежной зоны нижнего и среднего участков водоема, а также в теплых сбросных каналах Молдавской ГРЭС. Во второй-третьей декадах июня образует одноярусные фитоценозы с высокой плотностью, в кот орых занимает более 95% их площади при средней сырой фитомассе 4,6 кг/м².

Butomus umbellatus встречается в прибрежной мелководной зоне, преимущественно нижнего участка водохранилища, где растет одиночно или небольшими скоплениями вместе с другими, чаще плавающими на поверхности макрофитами.

Lemna trisulca в небольших количествах наблюдается в летний период в прибрежной зоне по всему водохранилищу, часто в ассоциации с более многочисленной ряской малой. На открытой акватории встречается крайне редко и самостоятельно не образует больших скоплений.

Lemna minor массово развивается в конце лета, обычно в ассоциации с *S. natans* и *H. morsus-ranae*. Встречается в прибрежной зоне среди зарослей надводных растений и не образует больших скоплений. Более многочисленна на верхнем и нижнем участках водоема, где в отдельных местах достигает биомассы 0,6-0,8 кг/м².

Najas marina малочисленна, встречается в толще воды вдоль береговой зоны, чаще среднего участка водохранилища. В нижнем и среднем участках встречается вместе с *C. demersum* и рдестами.

Phragmites australis в водохранилище является самым массовым среди жесткой надводной растительности. Распространен вдоль всей береговой зоны водоема, по акватории степень распределения не равномерна. Заращению тростником в большей степени подвержен верхний, мелководный участок водохранилища, в меньшей – средний. Обилие тростниковых зарослей составляет 40-80 стеблей на 1 м² со средней биомассой в период цветения 3-3,5 кг/м².

Typha latifolia растет вдоль всей прибрежной зоны, чаще встречается в ассоциации с *Phragmites australis* в верхнем и среднем участках водохранилища с биомассой 1,5-2 кг/м². На среднем участке водоема произрастают также и одиночные растения или небольшие их группировки, которые самостоятельно не способствует заращению его акватории.

Potamogeton crispus - самый массовый из всех рдестов. Период активной вегетации первая-вторая декада мая. Фитомасса к началу лета достигает в среднем 3,8 кг/м². С середины июня начинается отмирание растений, способствующее эвтрофированию водоема.

Potamogeton pectinatus в сравнении с другими рдестами встречается реже и образует небольшие скопления на открытых участках водоема вдоль зарослей *Ph. australis*. Встречается с конца мая - начала июня, реже - в августе-сентябре, преимущественно на

нижнем и среднем участках водохранилища. В зарастании акватории значения не имеет. На отдельных участках водохранилища биомасса достигает 4 кг/м^2 .

Potamogeton perfoliatus распространен не равномерно, с мая спорадически встречается в прибрежной зоне, чаще среднего участка водохранилища, значительных скоплений не образует.

Myriophyllum spicatum широко распространена на открытых участках по всей прибрежной зоне, также среди зарослей тростника и рогоза. Активное участие в зарастании прибрежной зоны водохранилища принимает с конца мая до июля. Фитомасса в сырой массе составляет в среднем $1,2 \text{ кг/м}^2$.

Salvinia natans распространена в прибрежной зоне, чаще среднего и нижнего участков водоема, где образует формации с *H. morsus-ranae* и рясками и очень редко встречается на открытой акватории. В конце лета среди зарослей тростника и рогоза периодически образует массовые скопления, где достигает фитомассы $3,5 \text{ кг/м}^2$.

Thelypteris palustris в Кучурганском водохранилище очень редко встречается среди прибрежных зарослей *Ph. australis* нижнего участка водохранилища.

Среди макрофитов Кучурганского водохранилища в зарастании его акватории в большей степени участвует *P. crispus*, а береговой линии – *Ph. australis*. Массовое зарастание акватории водохранилища рдестом курчавым имеет место в первой-второй декадах мая, когда он занимает порядка 80 % площади водного зеркала нижнего и верхнего участков [20]. В летний период отмирающая биомасса рдестов осаждается в большом количестве на дне водохранилища и способствуют его эвтрофированию.

Если на открытой акватории водохранилища массово развивается *P. crispus*, то в «окнах» среди прибрежных зарослей тростника и рогоза – в основном *M. spicatum* и *C. demersum*. В конце мая – начале июня преобладают *P. crispus*, *C. demersum*, *M. spicatum* и *P. pectinatus*; во второй-третьей декадах июня - *C. demersum*, *P. pectinatus*, *M. spicatum* и *V. spiralis*; в первой декаде июля *C. demersum* и *M. spicatum* с небольшой долей *P. perfoliatus*. В августе в прибрежной зоне водохранилища, среди плотных зарослей тростника, местами образуются «окна», сплошь заросшие *S. natans* и *H. morsus-ranae*, с примесью *L. minor* и *L. trisulca*.

Среди гелофитов Кучурганского водохранилища доминирует *Ph. australis*, который неравномерно произрастает по его акватории, увеличивая обилие по участкам водоема в направлении: средний-нижний-верхний (Рисунок 3.1). Среди тростника встречаются вкрапления небольших групп *T. latifolia* площадью до 40 м^2 , значимость которого в зарастании акватории водоема-охладителя незначительна.



Рис. 3.1. Площадь зарастания Кучурганского водохранилища жесткой надводной растительностью, 2013 г.

В настоящее время площадь зарастания Кучурганского водохранилища тростником составляет 498 га, что составляет 19% всей его площади [11, 20]. *Ph. australis* продуцирует фитомассу в период цветения 30-35 т/га, а в целом Кучурганское водохранилище способно продуцировать от 14 940 до 17 430 т фитомассы тростника, в период активной его вегетации [15]. Площадь зарастания водохранилища погруженной водной растительностью в настоящее время составляет около 1280 га, в том числе: низовья – 950 га; средний участок – 200 га; верховья – 130 га (Таблица 3.1).

Таблица 3.1. Площади зарастания Кучурганского водохранилища и продукция биомассы погруженной водной растительности на различных его участках

Участки водоема	Средняя плотность фитомассы, кг/м ²			Площади зарастания, га			Продукция биомассы, тыс. тонн		
	1984	2004-2007	2010-2014	1984	2004-2007	2010-2014	1984	2004-2007	2010-2014
Верхний	2,9	3,9	4,1	15,6	120	130	0,45	4,68	5,33
Средний	2,7	3,1	3,5	26,2	180	200	0,71	5,58	7,0
Нижний	4,1	4,7	4,9	153,1	900	950	6,28	42,3	46,5
Водоем в целом	3,8	4,4	4,5	194,9	1200	1280	7,44	52,56	58,83

Примечание: данные за 1984г. – З.Т.Борщ [2], 2004-2007гг. – О.Кретис и др. [5]; 2010-2014гг. – наши данные

В сравнении с периодом максимального воздействия МГРЭС на флору водохранилища, в настоящее время продукция биомассы погруженной растительности возросла на нижнем участке, в 7,4 раза, на среднем в 9,8 раз, а в верховьях – в 11,8 раз и составляет для всего водоема более 58 тыс.т. Основной причиной интенсивного зарастания акватории водохранилища погруженными макрофитами явился стабильный, невысокий уровень воды, дающий возможность рдестам успешно вегетировать, цвести и давать массу семян, усиливающих зарастание водоема на следующий год [15].

Для Кучурганского водоема-охладителя обобщенную схему зарастания водоема «от берега к центру водоема» можно отобразить следующим образом: *Phragmites australis* > *Ceratophyllum demersum* > *Myriophyllum spicatum* > *Vallisneria spiralis* > *Potamogeton pectinatus* > *Potamogeton crispus* [11].

За период 2010-2015 гг. в составе водной и околоводной флоры акватории Кучурганского водохранилища и его береговой зоны нами отмечены 100 видов растений из 40 семейств, в том числе 74 вида, не указанных здесь ранее. Наиболее многочисленными

семейства *Asteraceae* - 25 видов, *Fabaceae* – 9 видов, *Lamiaceae* – 10 видов, остальные представлены 2-3 видами. Общее число видов растений за период исследований флоры водохранилища и его береговой зоны составило 155 видов из 48 семейств [16].

В 2010-2015 гг. в составе водной и околоводной флоры водохранилища нами не были отмечены 55 видов из описанных ранее, в том числе 6 видов рдестов: *Potamogeton berchtoldii* (Fieber, 1838), *P. filliformis* (Persoon, 1805), *P. gramineus* (Linnaeus, 1753), *P. lucens* (Linnaeus, 1753), *P. natans* (Linnaeus, 1753) и *P. pusillus* (Linnaeus, 1753), а также *Elodea canadensis* (Michaux, 1803), *Lemna gibba* (Linnaeus, 1753), *L. polyrrhiza* (Linnaeus, 1753), *Nymphaea alba*, *Nuphar luteum*, *Trapa natans*, *Oenanthe aquatica* (Linnaeus, 1753), *Nymphoides peltata*. При этом, впервые для Кучурганского водохранилища, нами выявлен редкий, внесенный в Красную книгу Молдовы папоротник *Thelypteris palustris*. Обобщенная структура флоры экосистемы Кучурганского водохранилища представлена в таблице 3.2.

Таблица 3.2. Структура флоры Кучурганского водохранилища за период исследований 1924-2015 гг.

Показатели	Водная флора	Околоводная флора	Флора в целом
Число семейств	11	37	48
Число родов	12	100	112
Число видов	43	112	155
Среднее число видов в семействе	1,4	3,6	3,1
Среднее число видов в роде	1,25	1,33	1,32
Число семейств, представленных одним видом	8	13	21
Число родов, представленных одним видом	10	76	86

4. РОЛЬ ВЫСШЕЙ ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В МИГРАЦИИ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ И ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОЕМА-ОХЛАДИТЕЛЯ

4.1. Биоиндикация и значимость макрофитов в определении экологического состояния гидробиоценоза

В настоящее время использование макрофитов в качестве биологических индикаторов стало одним из обязательных показателей состояния водных экосистем, в том числе, для оценки сапробности и трофности водоёма [1,9]. Для оценки экологического состояния Кучурганского водохранилища до настоящего времени в основном применялись методы, основанные на исследовании зообентоса и фитопланктона, результаты использования макрофитов для биоиндикации водоема-охладителя до настоящего момента нам не известны. Проведенные исследования макрофитов водоема-

охлаждителя позволили нам впервые систематизировать их по классам сапробности с указанием степени сапробности - s , сапробного индекса - S и индикаторного значения вида - I (Таблица 4.1). Для *V. spiralis*, *B. umbellatus*, *N. marina*, *Ph. australis*, *T. latifolia*, *P. pectinatus* и *Th. palustris* в литературе не указана их индикаторная значимость, поэтому в таблицу мы их не включили. Но сопоставление качества воды и наличие интенсивного зарастания акватории водоема вышеуказанными видами, наряду с *P. crispus* и, особенно, при преобладании таких, как *V. spiralis*, *Ph. australis* и *T. latifolia* позволяет нам отнести эти макрофиты к индикаторам β - α -мезосапробных водоемов [16].

Таблица 4.1. Высшие водные растения Кучурганского водохранилища и их индикаторная значимость в системе сапробности

Вид растений	S	I	S	Зона сапробности				
				x	o	β	α	p
<i>Salvinia natans</i>	0	5	1,1	-	9	1	-	-
<i>Myriophyllum spicatum</i>	β	4	1,8	-	2	8	-	-
<i>Ceratophyllum demersum</i>	β	5	1,9	-	1	9	-	-
<i>Potamogeton crispus</i>	β	4	1,8	-	2	8	-	-
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	β	4	1,7	-	3	7	-	-
<i>Lemna minor</i>	β	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	-	-

Для расчета сапробности Кучурганского водохранилища по макрофитам мы использовали индекс сапробности Пантле и Букка, показатель которого составил 1,7, что соответствует β -мезосапробной зоне, и соответствует оценке сапробности водохранилища, полученной ранее по зообентосу.

Макрофиты могут также служить и индикаторами теплового загрязнения водоемов. В Кучурганском водохранилище *P. crispus* и *V. spiralis* чаще отмечаются в зонах влияния теплых вод; термофильные и эвритермные виды занимают доминирующее положение в структуре высших водных растений водоема-охлаждителя Молдавской ГРЭС.

Заросли надводных макрофитов Кучурганского водохранилища, особенно *Ph. australis* является самым мощным фильтром для взвешенных веществ и аккумулятором биогенных элементов, органических веществ, микроэлементов. Так, в результате прохождения воды из Турунчука через тростниковые заросли количество взвешенных веществ в воде уменьшается в 2-3 раза. Усиление зарастания водохранилища также привело к снижению интенсивности «цветения» воды сине-зелеными водорослями, что связано с интенсивной утилизацией макрофитами биогенных элементов.

Высшие водные растения, особенно гелофиты, служат субстратом для перифитона. Так на тростнике в Кучурганском водохранилище развиваются гидроидные полипы, губки, олигохеты, хирономиды, амфиподы и дрейссена, которая достигает на нем

большой плотности поселения (Таблица 4.2), что еще больше увеличивает фильтрационную значимость зарослей макрофитов в водоеме-охладителе и их роль в динамике и миграции биогенных элементов, органических и взвешенных веществ, а также во вторичном загрязнении, как воды, так и донных отложений [8].

Таблица 4.2. Численность и биомасса перифитона на тростнике в Кучурганском водохранилище в весенний период, 2012 г.

Группа гидробионтов	Численность, экз./м ²	Биомасса, г/м ²
<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
«мягкий» перифитон	34560	~0,85
<i>Dreissena polymorpha</i> Pallas	28088	5033,54

Примечание: *- численность не определена **- вследствие мелких размеров масса очень мала

Макрофитам принадлежит особая роль в развитии ихтиофауны Кучурганского водоема-охладителя, которая использует их как место нереста и нагула, практически все воздушно-водные и мягкие погруженные растения водохранилища являются основным кормом для растительноядных рыб и особенно белого амура.

4.2. Уровень накопления и роль высшей водной растительности в миграции микроэлементов-металлов в экосистеме водоема-охладителя

Использование водных растений для оценки уровня загрязненности водоемов тяжелыми металлами по уровню их содержанию в растениях имеет ряд преимуществ по сравнению с прямым определением в воде, так как позволяет получить достоверную оценку среднего содержания элементов в среде обитания за определенный период времени. Исследование динамики накопления микроэлементов в водных растениях параллельно с их концентрацией в воде позволяет также определить степень доступности металлов для гидробионтов в целом, рассчитать коэффициент биологического накопления и интенсивность миграции этих металлов в водной экосистеме. Проведенные исследования показали, что в плавающих высших растениях уровень большинства металлов чаще выше, нежели в корневых надводных гелофитах [3, 13, 21, 22, 23].

Минимальные концентрации (мкг/г абс.сухой массы) Cu (3,7), Zn (5,2), V (1,7), Ti (2,7), Pb (0,7) и Mn (38,2) отмечены в *Ph. australis*, Ni (2,3) в *P. perfoliatus*, Mo (0,9) в *P. crispus*, Al (8,8) в *M. spicatum*, а максимальные количества Zn (315) и Ni (86,7) - в *M. spicatum*, Mo (23,7) и V (39,9) - в *H. morsus-ranae*, Pb (18,7) и Al (321) в *P. pectinatus*, Mn (588) и Ti (41,4) - в *L. minor*, Cu (124) - в *N. marina*. При этом диапазон колебаний

концентраций очень большой и определяется как видовыми особенностями растений, уровнем содержания металлов в среде обитания, так и целым рядом других факторов, в том числе сезоном года, а правильнее, стадией развития растения, которая в водоемоохладителе не всегда совпадает с сезонами года.

Для уточнения процессов накопления микроэлементов (V, Mo, Ni, Pb, Cd) в плавающих макрофитах, мы провели экспериментальные лабораторные исследования с выдерживанием в аквариумных условиях в течение 14 суток ряда растений (*C. demersum*, *M. spicatum*, *L. minor*, *S. natans*) с добавлением различных концентраций растворов указанных элементов.

Накопление ванадия. Динамика ванадия в воде, илах и гидробионтах водоемоохладителя обусловлена выбросами Молдавской ГРЭС и четко коррелирует с количеством сожженного на станции топлива [3]. Уровень накопления V во всех четырех исследованных видах макрофитов близко к линейной зависимости от концентрации его в воде. Практически линейная связь сильнее проявляется у *S. natans* (Рисунок 4.1).

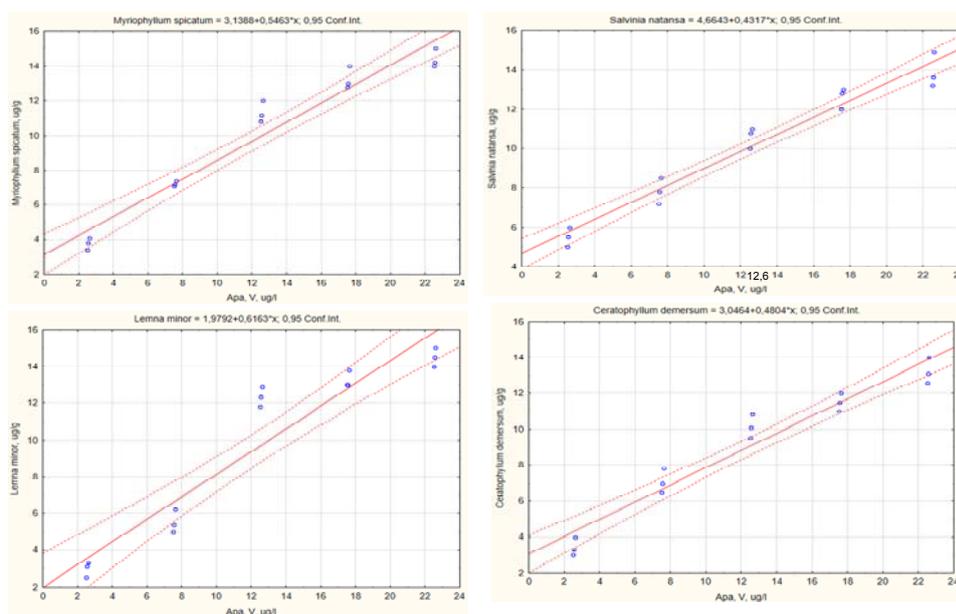


Рис. 4.1. Зависимость между уровнем накопления ванадия (V), мкг/г (ug/g) в *M. spicatum*, *S. natans*, *L. minor*, *C. demersum* и концентрацией ванадия в воде, мкг/л (ug/l)

Для остальных трех видов растений при концентрациях V в воде в диапазоне 2,6-7,6 мкг/л идет плавное увеличение его накопления в растениях, а с увеличением концентраций раствора до 12,6 мкг/л, наблюдается отчетливый скачок уровня металла в растениях, но дальнейшее увеличение его концентрации в воде – наоборот, замедляет интенсивность накопления в *M. spicatum*, *L. minor* и *C. demersum*. При концентрации V в воде 22,6 мкг/л, уровень его накопления мало отличается от того, который отмечен в аквариуме с концентрацией, равной 17,6 мкг/л. Предполагаем, что концентрации V в воде выше 20 мкг/л оказывают угнетающее действие на метаболизм исследованных нами

растений, или происходит перенасыщение их тканей этим металлом и процесс его накопления замедляется. Эта тенденция заметна и для *S. natans*, но она менее выражена (Рисунок 4.1).

Накопление молибдена. Результаты экспериментальных исследований [3] (Рисунок 4.2) показывают, что уровень накопления Мо в *C. demersum* подчиняется прямолинейной зависимости в использованном нами диапазоне концентраций металла в воде – от 3,7 до 23,7 мкг/л, для *S. natans* и *M. spicatum* отмечено небольшое уменьшение интенсивности накопления при концентрации молибдена в воде 13,7 мкг/л, а далее темп накопления выравнивается.

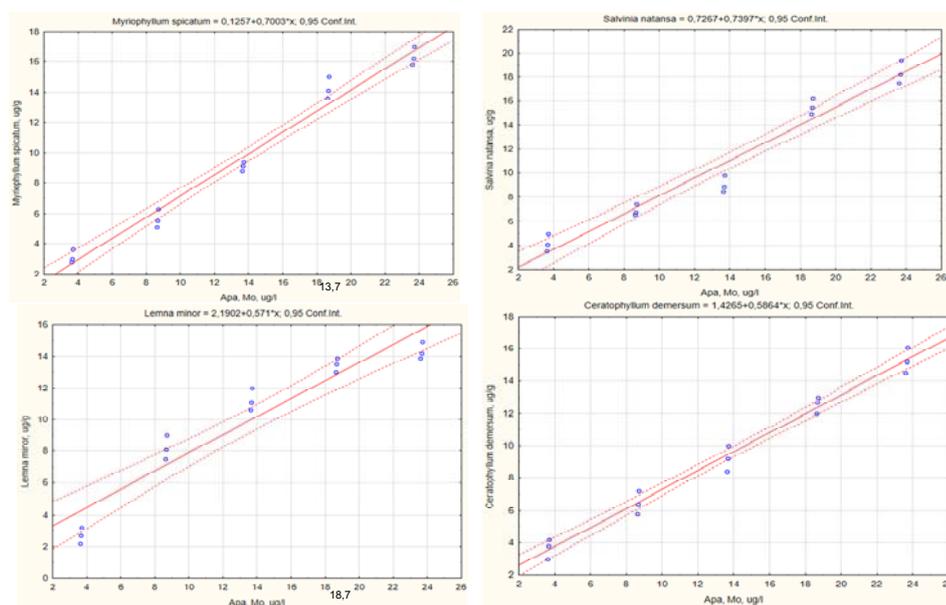


Рис. 4.2. Зависимость между уровнем накопления молибдена (Мо), мкг/г (ug/g) в *M. spicatum*, *S. natans*, *L. minor*, *C. demersum* и концентрацией Мо в воде, мкг/л (ug/l)

Накопление никеля. В диапазоне концентраций Ni в воде 2,6-10,6 мкг/л, уровень его накопления во всех экспериментальных растениях прямолинейно растет (Рисунок 4.3).

Вопросы накопления и роли никеля в метаболизме водных растений недостаточно изучены и выводы зачастую носят противоречивый характер, что обусловлено целым комплексом и других факторов среды обитания таких как минерализация воды, наличием комплексобразователей, величинами pH, Eh, температуры воды. Ранее мы установили зависимость накопления никеля в высших водных растениях Кучурганского водохранилища от динамики его содержания в воде [22, 23]. В эксперименте мы установили, что начиная с концентрации Ni в воде 14,6 мкг/л, у *C. demersum* наблюдается прекращение роста его накопления, а у *S. natans*, *L. minor* - заметное снижение и у *M. spicatum* – снижение отмечено при концентрации 18,6 мкг/л. В любом случае можно утверждать, что концентрации никеля в воде выше 14,6 мкг/л уже ингибируют процессы накопления этого металла вышеуказанными водными растениями.

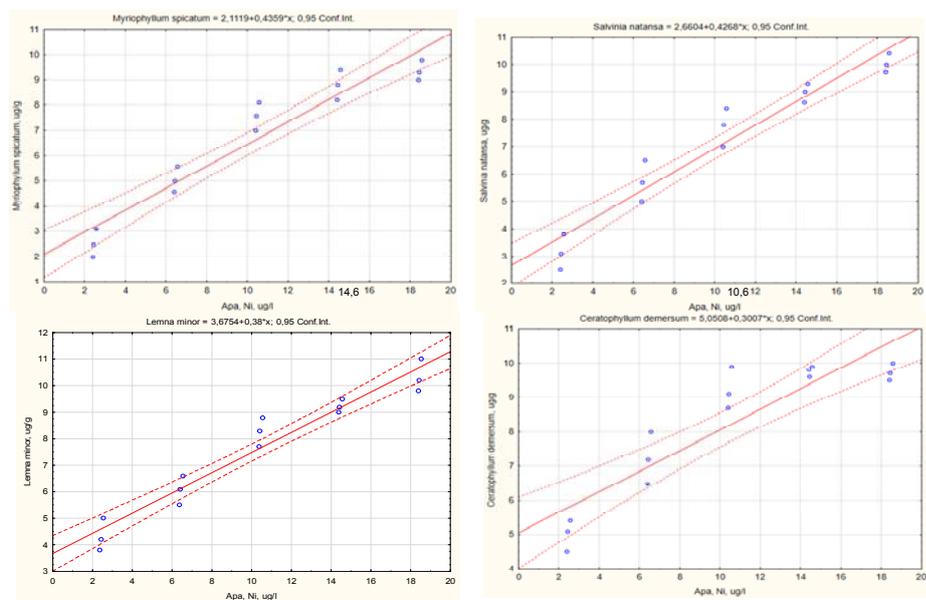


Рис. 4.3. Зависимость между уровнем накопления никеля (Ni), мкг/г (ug/g) в *M. spicatum*, *S. natans*, *L. minor*, *C. demersum* и концентрацией никеля в воде, мкг/л (ug/l)

Накопление свинца. Свинец это один из строго лимитируемых ВОЗ металлов в водной среде. Уровень накопления этого металла в макрофитах Кучурганского водоема достигает 18 мкг/г. Последнее свидетельствует о высоком коэффициенте биологического накопления данного металла. В нашем эксперименте использован диапазон концентраций Pb в воде от 0,86 мкг/л до 12,86 мкг/л. Результаты исследования показывают наличие практически линейной зависимости уровня накопления свинца для *L. minor*, а для *M. spicatum*, *S. natans* и *C. demersum* мы прослеживаем снижение уровня накопления, начиная с концентраций свинца 9,86-12,86 мкг/л (Рисунок 4.4).

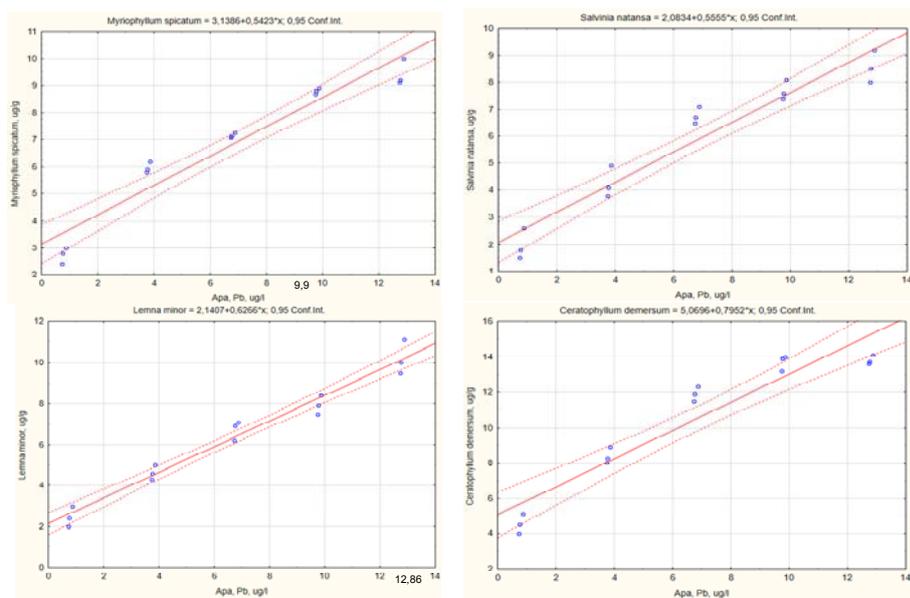


Рис. 4.4. Зависимость между уровнем накопления свинца (Pb), мкг/г (ug/g) в *M. spicatum*, *S. natans*, *L. minor*, *C. demersum* и концентрацией свинца в воде, мкг/л (ug/l)

Таким образом, свинец при концентрации в воде более 9 мкг/л отражается на интенсивности процессов метаболизма высшей водной растительности и это приводит к ингибированию в той или иной степени уровня его накопления в исследованных макрофитах Кучурганского водоема-охладителя. При этом, каких-либо признаков токсичности в эксперименте нами не зафиксировано.

Накопление кадмия. Кадмий это токсический, но один из менее изученных в наших водных экосистемах металлов. В этой связи, а также с учетом концентраций кадмия в поверхностных водах Молдовы, для опытов мы взяли очень малый диапазон его концентраций в воде 0,02- 2,02 мкг/л (Рисунок 4.5).

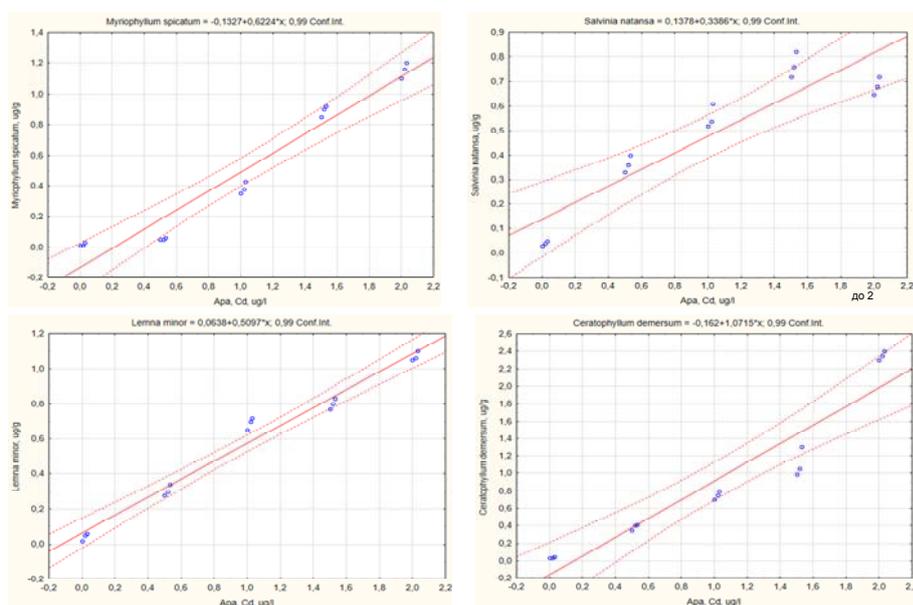


Рис. 4.5. Зависимость между уровнем накопления кадмия (Cd), мкг/г (ug/g) в *M. spicatum*, *S. natans*, *L. minor*, *C. demersum* и концентрацией кадмия в воде, мкг/л (ug/l)

Полученные результаты не столь однозначны, как для вышеописанных металлов, хотя динамика роста накопления кадмия для столь небольшого диапазона его концентрации в воде, достаточно очевидна (Рисунок 4.5). С определенной осторожностью, можно утверждать, что только для *S. natans* концентрация Cd в воде в 2 мкг/л является угнетающей, а для *M. spicatum*, *L. minor*, *C. demersum* эта концентрация Cd не вызывает опасений.

Мы изначально, при постановке эксперимента, рассчитывали концентрации металлов в аквариумах исходя из знаний динамики их в водоеме и возможных концентраций в самом водоеме-охладителе. Задача заключалась в определении зависимости уровня накопления от их содержания в воде. Эксперимент не был нацелен на определение токсичности. В то же время эффект, вызванный повышенными концентрациями металлов, использованных в экспериментах, позволяет судить о

толерантности использованных растений и тем или иным металлам и их концентрациям в воде. Полученные результаты и рассчитанные уравнения установленных зависимостей (Рисунок 4.1-4.5) уровня накопления металлов от их концентрации в воде вполне достоверно работают в диапазоне исследованных концентраций. Кроме того, высшие водные растения *M. spicatum*, *S. natans*, *L. minor*, *C. demersum* могут с успехом быть использованы при биомониторинге металлов в водных экосистемах.

Одним из важных показателей аккумулирующей роли водных растений является коэффициент биологического накопления микроэлементов-металлов, рассчитываемый как отношение концентрации металлов в гидробионте к таковой в воде. Все использованные в эксперименте растения являются макроконцентраторами металлов. Самые высокие значения коэффициента биологического накопления для Pb (3930), Ni (2107) и Cd (1900) оказались у *C. demersum*, а V (2148) и Mo (1351) – у *S. natans*. Минимальный коэффициент для Pb (628) отмечен у *S. natans*, а V (622), Mo (593), Ni (490) и Cd (100) - у *M. spicatum*. Исходя из полученных данных можно сделать вывод о том, что концентрации Cd в воде до 2 мкг/л, Pb - до 9,9 мкг/л, Ni - до 10,6 мкг/л, V - до 12,6 мкг/л и Mo - до 18,7 мкг/л вполне оптимальны для роста и развития плавающих макрофитов Кучурганского водоема-охладителя.

Влияние уровня накопления металлов в водной растительности от их концентрации в воде можно проследить и на примере многолетней динамики металлов в плавающих макрофитах Кучурганского водохранилища (Рисунок 4.6). В расчет были взяты среднегодовые величины концентраций металлов в *P. pectinatus*, *P. perfoliatus*, *P. crispus*, *C. demersum*, *M. spicatum*, *L. minor*, *H. morsus-ranae*, *N. marina*.

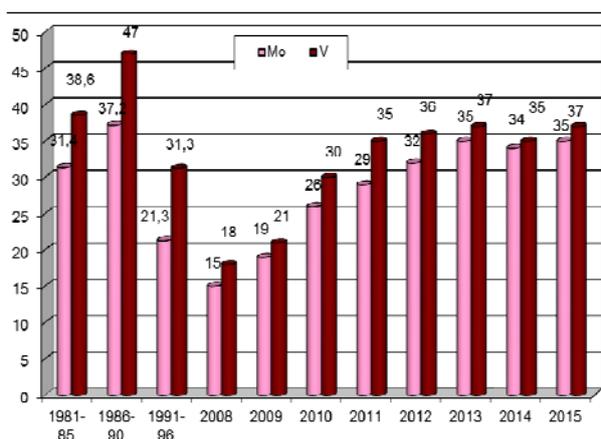


Рис. 4.6. Многолетняя динамика средних величин концентрации Mo и V в плавающей водной растительности Кучурганского водоема-охладителя. Данные за 1981-2010 гг предоставлены Лабораторией гидробиологии и экотоксикологии Института зоологии АНМ.

Динамика молибдена и ванадия, как и в воде, так и в водных растениях повторяют кривую количества сжигаемого на станции топлива. Это еще раз подтверждает правомерность использования высшей водной растительности (*P. pectinatus*, *P. perfoliatus*, *P. crispus*, *C. demersum*, *M. spicatum*, *L. minor*, *H. morsus-ranae*, *N. marina*) в качестве растений-индикаторов состояния водных экосистем.

Нами были проведены исследования сезонной динамики накопления металлов и в большинстве плавающих водных растениях.

На примере *H. morsus-ranae* приводим результаты анализа сезонной динамики накопления металлов. Результаты исследования наглядно свидетельствуют о том, что с мая по июль концентрации Pb и Mo увеличиваются почти в 3 раза, Ni, Cu, Zn, Mn и Al – примерно в 2 раза, Ti и V – в 1,2 раза (Рисунок 4.7 и 4.8).

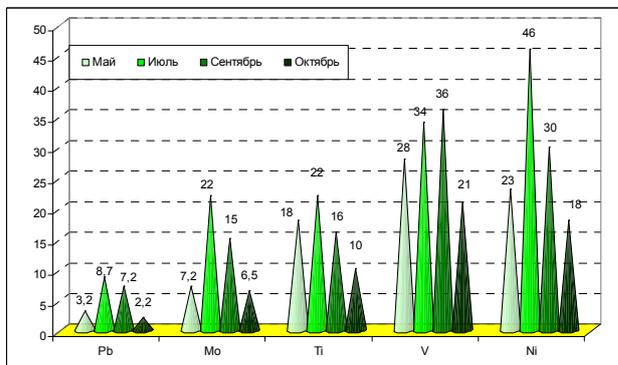


Рис. 4.7. Сезонная динамика концентраций Pb, Mo, Ti, V и Ni в *H. morsus-ranae* из Кучурганского водоема-охладителя, 2013-2015 гг, мкг/г.абс.сухой массы

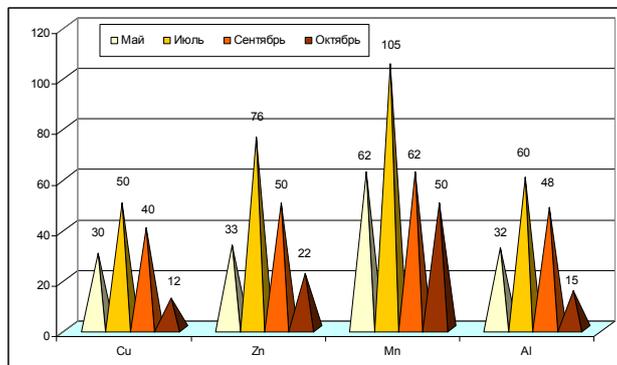


Рис. 4.8. Сезонная динамика концентраций Cu, Zn, Mn и Al в *H. morsus-ranae* из Кучурганского водоема-охладителя, 2013-2015 гг, мкг/г.абс.сухой массы

Уже в сентябре прослеживается обратный процесс, когда концентрация большинства микроэлементов уменьшается в 1,2-1,8 раза в сравнении с таковыми в июле и только содержание V в водокрасе продолжает увеличиваться. Но содержание металлов в сентябре выше, чем мае, а в октябре уже концентрации всех исследованных металлов в 2-4 раза, а V – в 1,6 раза ниже таковых в июле и заметно ниже таковых в мае (Рис. 4.7 и 4.8).

Из анализа только сезонной динамики накопления металлов на одном виде растений становится очевидным, в каком большом диапазоне идет процесс накопления и повторного возвращения в среду обитания химических веществ. Эти данные крайне важны при планировании и проведении мелиоративных работ по механическому уменьшению зарастания водоемов и предотвращению загрязнения водоемов.

Мы рассчитали количество микроэлементов, вовлекаемых в круговорот в течение вегетационного периода, при этом в расчетах мы использовали среднегодовую величину продукции водной растительности и средние величины концентраций микроэлементов в исследованных видах водных растений (Таблица 4.3).

При отмирании растений значительная часть накопленных микроэлементов поступает в водные слои, в большинстве случаев в форме металлоорганических соединений. По нашему мнению, более половины микроэлементов депонируется вместе с остатками растений в донных отложениях. К такому выводу мы пришли исходя из того, что в корневой системе *Ph. australis* содержание микроэлементов в 2-3 раза выше, чем в

подводной части растения и в 5-6 раз выше, чем в его надводной части, к осени эта разница меняется.

Таблица 4.3. Количество металлов, включенных в биогенную миграцию погруженными гидрофитами и гелофитами Кучурганского водоема-охладителя Молдавской ГРЭС

Металл	Гидрофиты, кг/га	Гелофиты, кг/га	Всего, кг/га
Ванадий	0,55	0,72	1,27
Молибден	0,58	1,45	2,03
Никель	1,10	1,60	2,70
Свинец	0,01	0,11	0,12
Титан	0,40	0,60	1,00
Алюминий	1,82	2,62	4,44
Медь	0,62	0,80	1,42
Цинк	1,15	2,20	3,75
Марганец	2,21	4,85	7,06

Кроме того, на поверхности всех исследованных растений и, особенно гелофитов, адсорбируются значительные количества взвешенных веществ, которые образуют достаточно плотную корку (этому способствует минерализация и термофикация водоема), в которой уровень микроэлементов-металлов выше, чем в самом растении, и которые затем не только депонируются в донных отложениях, но и служат своего рода субстратом для адсорбции химических элементов из водной толщи. Таким образом, роль высшей водной растительности в биогенной миграции химических элементов в водных экосистемах и в процессах самоочищения, как и вторичного загрязнения воды, трудно переоценить.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Выводы:

1. Динамика видового состава, обилия и биомассы высшей водной растительности Кучурганского водохранилища находится в прямой зависимости от изменения его гидрологических, гидрохимических, гидробиологических режимов и, в целом, статуса самого водоема, обусловленного функционированием Молдавской ГРЭС [14].
2. До строительства электростанции видовой состав высшей растительности лимана был богаче в сравнение с существующими в то время в СССР водоемами-охладителями и насчитывал около 70 видов, который к концу 70-х годов XX столетия сократился до 36-41 вида, а в 80-х годах – до 36 видов гидрофитов и гелофитов. В период максимальной тепловой нагрузки из состава флоры выпали такие виды, как *Nymphoides peltata*, *Nuphar luteum*, *Potamogeton heterophyllus*, *Trapa natans*, а *Nymphaea alba*, *Stratiotes aloides* и др. очень сильно сократили свой ареал [14].
3. В настоящее время среди растительности водохранилища водную флору составляют 15 видов из 11 семейств: *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*, а также внесенные в Красную книгу Молдовы *Salvinia natans* и *Thelypteris palustris*, который впервые отмечен для Кучурганского водохранилища. Из макрофитов 8 видов относятся к гидрофитам погруженным, 3 - к гидрофитам плавающим и 4 вида - к гелофитам. Список не обнаруженных нами высших водных и околоводных растений, ранее встречающихся в водоеме, насчитывает 55 видов [13, 20, 21].

4. Среди макрофитов общими видами для Кучурганского водохранилища и водоемов охладителей Хмельницкой АЭС и Лукомльской ГРЭС являются: *C. demersum*, *P. pectinatus*, *P. perfoliatus*, *M. spicatum*, *B. umbellatus*, *T. latifolia* и *Ph. australis*.
5. Макрофиты водохранилища способствуют его интенсивному зарастанию. В зарастании акватории в большей степени участвует *P. crispus*, а береговой линии – *Ph. australis*. Площадь зарастания составляет около 1280 га, в том числе в низовье – 950 га, на середине – 200 га и в верховье – 130 га. *Ph. australis* покрывает 498 га, или 19% всей площади водоема, с фитомассой 14940-17430 т. Кучурганское водохранилище подвержено большей степени зарастания в сравнении с другими водохранилищами-охладителями [11, 15, 21].
6. Высшие водные растения Кучурганского водохранилища применимы в целях биоиндикации [12]. Оценка экологического состояния по макрофитам характеризует Кучурганское водохранилище, как β -мезосапробный водоем [16].
7. В Кучурганском водохранилище высшие водные растения служат субстратом для перифитона, местом нереста и нагула ихтиофауны, а также мощным фильтратором взвешенных веществ и аккумулятором металлов [8] как в Дубоссарском и Костештском водохранилищах.
8. В плавающих макрофитах уровень большинства металлов чаще выше, чем в корневых надводных гелофитах, а диапазон колебаний их концентраций варьирует в больших пределах и определяется, как видовыми особенностями растений и уровнем содержания металлов в среде обитания, так и целым рядом других факторов, в том числе стадией развития растений [16, 21, 22].
9. Макрофиты играют большую роль в процессах самоочищения водоема-охладителя, но могут быть и источником вторичного загрязнения водной толщи металлами [12, 23].
10. Установлены и описаны закономерности накопления металлов в макрофитах от их содержания в воде на основе многолетних исследований в водоеме и модельных лабораторных исследований, а также рассчитаны коэффициенты биологического

накопления металлов. Выявлено, что концентрации кадмия в воде до 2 мкг/л, свинца - до 9,9 мкг/л, никеля - до 10,6 мкг/л, ванадия - до 12,6 мкг/л и молибдена - до 18,7 мкг/л вполне оптимальны для роста и развития плавающих высших водных растений Кучурганского водоема-охладителя.

Практические рекомендации:

1. Материалы работы рекомендуются к внедрению в учебный процесс в курсы лекций следующих дисциплин при подготовке специалистов биологов и химиков в высших учебных учреждениях: гидробиология, ботаника, флора родного края, гидробиология, гидроэкология, биоэкологический мониторинг, химия окружающей среды.
2. Результаты исследований рекомендуются для внедрения в систему экологического мониторинга Кучурганского водохранилища, а именно для оценки его экологического состояния по макрофитам, как при определении степени сапробности водоема, так и при мониторинге его загрязнения металлами.
3. Рекомендуется включить в список видов-индикаторов Кучурганского водохранилища в качестве β - α -мезосапробных видов *Potamogeton crispus*, *Vallisneria spiralis* и *Phragmites australis*. Показателем термофикации водоема считать степень развития *Vallisneria spiralis*, обитающей в сбросных каналах ГРЭС и в зонах с более высокими температурами воды.
4. Для регулирования и ограничения степени зарастания Кучурганского водохранилища-охладителя погруженными макрофитами необходимо поддержание уровня воды в водоеме на отметке 3-3,5 м абс. путем искусственного водообмена с протокой Турунчук в период активной вегетации высшей водной растительности – апреле-мае месяце.
5. Для ограничения развития в водохранилище макрофитов целесообразно его зарыбление белым амуром в количестве около 200 экземпляров сеголетка (массой 30-40 г) на 1 гектар акватории водоема или порядка 540 тыс. экземпляров на весь водоем. Т.к. белый амур в возрасте первых 2-3 лет питается мягкой погружённой растительностью, а выедать воздушно-водную жёсткую растительность начинает с 4-летнего возраста, полный эффект от зарыбления белым амуром проявится через три-четыре года при условии сохранения численности его стада.
6. При планировании и проведении мелиоративных работ по механическому уменьшению зарастания водоемов для предотвращения их повторного загрязнения металлами, целесообразно выкашивание и удаление растительности проводить в период их интенсивной вегетации.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Toderaş I., Zubcov E., Bileţchi L. Monitoringul calităţii apei şi evaluarea stării ecologice a ecosistemelor acvatice. Îndrumar metodic. Chişinău: 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 Ştiinţe 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. 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. Ch., 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. Тирасполь: Изд-во ПГУ, 2014. С. 278-282.
15. 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.
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. EC – 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.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Статьи в зарубежных журналах

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. Статьи в рецензируемых журналах

Категория В

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. In: Științele vieții, 2016. № 2(239). P.112-118.

3. Статьи в других журналах

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. Статьи в сборниках национальных и международных конференций

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-практ. конференции 22–23 октября 2009 г. Тирасполь: Изд-во ПГУ, 2009. С. 219-221.
6. Филипенко Е.Н., Тищенко В.С. Заращение 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 околородной 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., Biletchi 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. 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.
 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 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.
 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: Eco-TIRAS, 2016. С. 547-552.
- 5. Тезисы в сборниках международных конференций**
16. Филипенко Е.Н., Филипенко С.И. Использование компьютерных технологий в гидробиологии на примере исследования степени заращения 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 Межд. 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 Межд. 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 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.

ФИЛИПЕНКО ЕЛЕНА

**РАЗНООБРАЗИЕ МАКРОФИТОВ И ИХ РОЛЬ В
ЭКОСИСТЕМЕ КУЧУРГАНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА**

165.03. – ИХТИОЛОГИЯ, ГИДРОБИОЛОГИЯ

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук

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

Coli de tipar 1.0.

Formatul hârtiei 60 x 84 ¹/₁₆.

Tiraj 50 ex. Comanda nr. 58/16.