

УДК 574:550 (574)

Г.Г. Сливинский*, Е.Г. Крупа

РГП «Институт зоологии» КН МОН РК, Казахстан, г. Алматы

*E-mail: gslivinsky@mail.ru

Современное экологическое состояние Тениз-Коргалжынских озер по гидрохимическим и токсикологическим показателям

Показано, что по сравнению с 2005 г., в 2012 г. в условиях маловодности в основных озерах нижнего течения реки Нуры на территории биосферного резервата Коргалжын существенно возросла минерализация воды и повысилось содержание растворимых соединений железа меди, никеля, хрома и фторидов.

Ключевые слова: биосферный резерват Коргалжын, Тениз-Коргалжынские озера, гидрохимические показатели, тяжелые металлы, нефтепродукты, фенолы, фториды.

G.G. Slivinsky, E.G. Krupa

Contemporary state Tengiz-Korgalzhyn Lakes by hydrochemical and toxicological indicators

It is shown that, in comparison with 2005, in 2012, in aridity in the major lakes of the lower reaches of the Nura river in the Biosphere Reserve Korgalzhyn significantly increased salinity and increased soluble compounds of iron, copper, nickel, chromium and fluoride.

Keywords: Biosphere Reserve Korgalzhyn, Tengiz-Korgalzhyn lake, hydrochemical parameters, heavy metals, oil products, phenols, fluorides.

Г.Г. Сливинский, Е.Г. Крупа

Теңіз-Қорғалжын көлдер жүйесінің гидрохимиялық және токсикологиялық көрсеткіштері бойынша қазіргі экологиялық жағдайы

2005 жылмен салыстырғанда 2012 жылғы Нура өзенінің төменгі ағысы Қорғалжын биосфералық қоры территориясы негізгі көлдері су деңгейі төмендеуі жағдайында су минерализациясы айтарлықтай көтерілді және темір, мыс, қалайы, хром және фторидтер ерігіш қоспалары жоғары болғандығы көрсетілген.

Түйін сөздер: биосфералық қор Қорғалжын, Теңіз-Қорғалжын көлдері, гидрохимиялық көрсеткіштер, ауыр металдар, мұнай өнімдері, фенолдар, фторидтер.

Сохранение видового разнообразия животных и среды их естественного обитания в условиях нарастающих процессов трансформации наземных и водных экосистем под влиянием климатических изменений, пресса антропогенных и техногенных нагрузок является одной из приоритетных задач. Особое значение вопросы сохранения биоразнообразия имеют для охраняемых природных территорий.

Тениз-Коргалжынская система озер – глобально значимые водно-болотные угодья, которые являются важнейшим в Северной Евразии местом концентрации водоплавающих и околоводных птиц. Здесь обитает более 330 видов птиц, в том числе находящиеся под угрозой полного исчезновения.

Для сохранения этого уникального природного комплекса в 1968 г. был создан Коргалжын-

ский Государственный природный заповедник. Позже эта территория была включена в международный Рамсарский список и Список природного наследия ЮНЕСКО, а в 2012 г. – во Всемирную сеть биосферных резерватов ЮНЕСКО.

Вместе с тем, в последние годы здесь отмечается сокращение численности ряда водно-болотных видов птиц. Изменение видового состава, численности и характера пребывания водно-болотных птиц в данном районе зависит от целого ряда природных и антропогенных факторов. Эти изменения могут являться отражением многолетней динамики численности, присущей каждому виду. На ежегодное изменение численности, особенно водоплавающих птиц, влияет состояние мест обитания.

Возможными причинами могут быть неустойчивый гидрологический и гидрохимический режим озер, а также уровень их токсического загрязнения, так как по реке Нура, принимающей в среднем течении промышленные и бытовые стоки Темиртау-Карагандинского территориально-промышленного комплекса, происходит транзит и накопление токсичных веществ в озерах Тениз-Коргалжынской системы.

Эти факторы оказывают существенное влияние как на состав и количественные показатели кормовых организмов, так и на условия обитания водно-болотных видов птиц, тесным образом связанных с кормовыми объектами – водными и околотовными беспозвоночными.

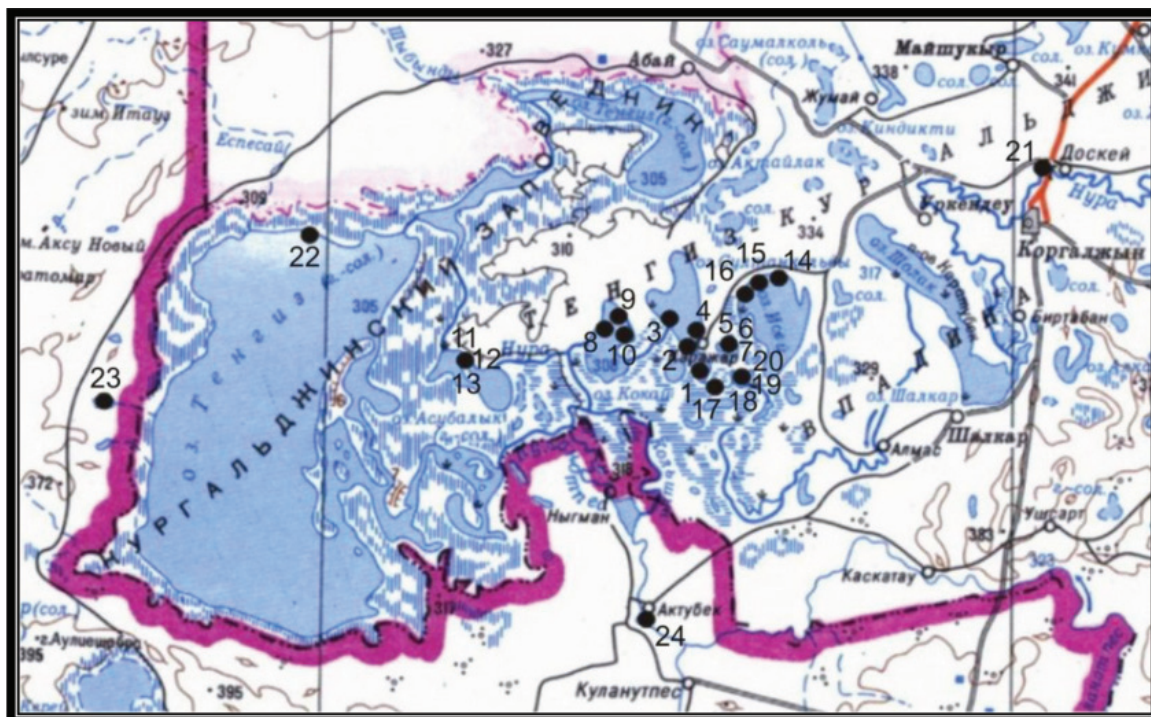
Целью исследования являлась гидрологическая, гидрохимическая и токсикологическая характеристика экологически разнотипных озер нижнего течения р.Нуры на территории биосферного резервата Коргалжын.

Материалы и методы исследований

Отбор проб для анализа проводили в июле 2012 г. Местоположение станций отбора проб воды и донных отложений приведены на рисунке 1.

Пробы воды на гидрохимический анализ отбирали путем смешивания образцов из трех точек в верхней, средней и нижней частях водоема и отбора из суммарной пробы субпробы. Гидрохимические показатели определяли в соответствии с принятыми методами [1-3].

Подготовку проб для токсикологического анализа проводили в лабораторных условиях



1-4 – оз. Султанкельды, ст. 1-4; 5-7 – оз. Табан, ст.1-3; 8-10 – оз. Кокай, ст. 1-3; 11-13 – оз. Бозарал, ст. 1-3; 14-16 – оз. Есей, ст.1-3; 17 – протока Табанказы; 18-20 – оз. Табанказы, ст. 1-3; 21 – р. Нура (п. Коргалжын); 22 – оз. Большой Тениз; 23 – пруд Улкен Табылгы сай; 24 – р. Куланотпес.

Рисунок 1 – Станции отбора проб воды и донных отложений

в соответствии с имеющимися методическими требованиями [4-6]. Пробы воды концентрировали выпариванием при температуре до 50-60°C. Грунты высушивали до постоянного веса при температуре 50-60°C. Высушенные пробы растирали в фарфоровой ступке, просеивали через сита с диаметром ячеек не более 500 мкм и отбирали соответствующие навески. Пробы для определения содержания тяжелых металлов озоляла методом мокрого озоления.

Анализ содержания тяжелых металлов проводили методом пламенной атомно-абсорбционной спектроскопии на спектрометре Solaar S2AA (США)

Уровень загрязнения воды оценивали путем сравнения выявленных концентраций с утвержденными величинами предельно допустимых концентраций (ПДК), приведенными в соответствующих нормативных документах, а также в справочных материалах [7, 8].

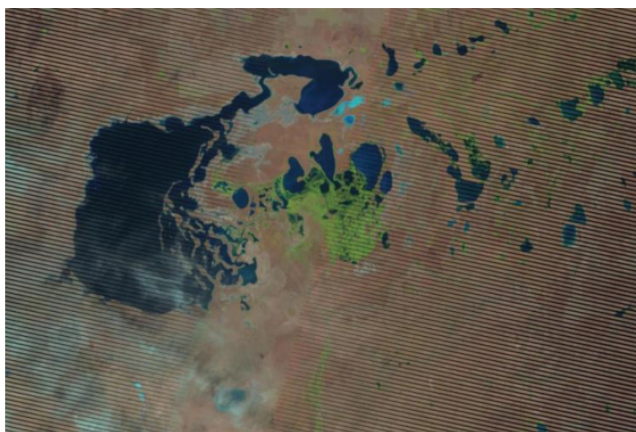
Результаты исследований и обсуждение

В 2012 г. наблюдалось резкое обмеление и высыхание многих озер региона. В настоящее время наиболее существенными изменениями затронуты дельта Нуры, оз.Тениз, а также целый ряд малых озер (рисунок 2).

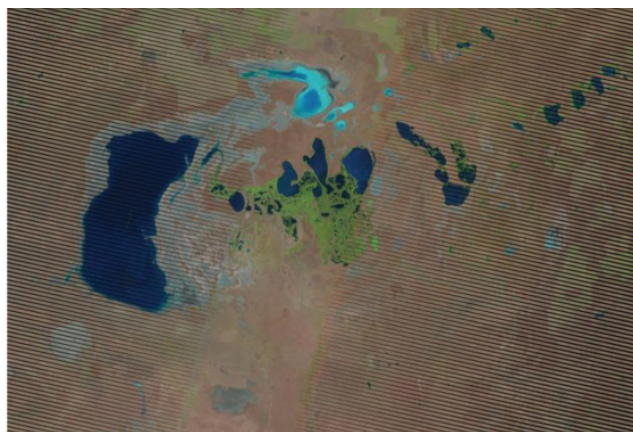
В исследуемый период Нура не достигала оз.Тениз и заканчивалась в урочище Базарал. В связи с этим озеро Большой Тениз отступило от коренного берега на 1 км, полностью высохли разливы в районе Кирейской косы, Кулановской губы. Высохли озера Малый Тениз, Сандыкбайсор, Саумалколь, Кызылколь 1, Кызылколь 2, урочище Карачи, дельта р.Нуры и ряд степных озер.

Вследствие изменения уровня режима существенно изменились гидрохимические показатели воды.

Летом 2012 г. суммарное содержание растворенных солей по основным водоемам системы варьировало от 1,50 до 154,66 г/дм³ (таблица 1).



а



б

Рисунок 2 – Спутниковые снимки Тениз-Коргалжынских озер от 9 августа 2005 г. (а) и 11 июля 2012 г. (б).

Согласно принятой классификации [9], в большей части исследованных водоемов вода являлась солоноватой, в озерах Базарал и Есей – соленой. Наибольшая величина показателя отмечалась для конечного бессточного оз. Большой Тениз.

При существенном размахе колебаний общей минерализации воды по обследованным озерам, в ионном составе повсеместно преобладали хлориды и ионы натрия.

Озера Султанкельды, Табанказы, реки Куланотпес и Нура на створе п.Коргалжын, имели воду средней жесткости, в озерах Табан, Кокай, Базарал, Есей вода была жесткой, а в озере Большой Тениз – очень жесткой.

По сравнению с более многоводным периодом 2005 г, в 2012 г. минерализация воды оз. Большой Тениз возросла почти в 3 раза – от 40,6-54,9 г/дм³ [10] до 154,7 г/дм³. Повысилась минерализация речных вод – р. Куланотпес от 1,01

Таблица 1 – Ионный состав и минерализация (М.) воды озер Тениз-Коргалжынской системы, июль 2012 г.

Водоем	Жест- кость, мг-экв/дм ³	Ионный состав, мг/дм ³							М, г/ дм ³	Класс воды
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	N ⁺ +K ⁺	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻		
Султан-кельды	4,8	61,3	20,7	816,5	260,3	н/обн.	664,2	791,7	2,62	Cl ^{Na} _{II}
	4,5	58,1	19,5	434,7	237,9	н/обн.	375,9	415,3	1,54	Cl ^{Na} _{II}
Табан	8,4	58,1	66,9	782,0	211,7	12,0	777,7	1045,5	2,95	Cl ^{Na} _{II}
Кокай	8,5	68,1	62,0	825,7	333,5	н/обн.	695,4	866,7	2,85	Cl ^{Na} _{II}
Бозарал	11,3	78,1	90,0	1094,1	357,9	8,0	822,6	1264,7	3,72	Cl ^{Na} _{II}
Есей	12,7	84,2	103,4	1718,1	390,4	н/обн.	1470,3	1789,2	5,56	Cl ^{Na} _{II}
Табанказы	4,7	70,8	14,6	441,6	213,5	н/обн.	399,6	428,3	1,50	Cl ^{Na} _{II}
Б. Тениз	43,6	244,5	381,8	58330,3	329,4	192,0	15419,7	79759,6	154,66	Cl ^{Na} _{II}
р. Кулан-отпес	6,1	74,1	29,2	602,6	658,8	н/обн.	252,5	575,1	2,19	Cl ^{Na} _{II}
р. Нура	4,8	54,1	25,5	441,6	146,4	н/обн.	417,9	457,9	1,54	Cl ^{Na} _{II}

до 2,19 г/дм³, р Нуры – от 0,9-1,1 до 1,5 г/дм³. В тоже время произошло некоторое распреснение озера Базарал, при изменении величины показателя от 4,5 г/дм³ в 2005 г. до 3,7 г/дм³ в 2012 г.

Биогенные соединения играют важную роль в формировании уровня биологической продуктивности водоемов. В Казахстане основным лимитирующим биогенным элементом является фосфор. Поступление избытка соединений фосфора с водосбора в виде минеральных удобрений с поверхностным стоком с полей, а также с некоторыми производственными отходами приводит к резкому неконтролируемому приросту растительной биомассы, изменению трофического статуса водоемов, сопровождающееся перестройкой гидроценозов и ведущее

к преобладанию гнилостных процессов и, соответственно, возрастанию мутности, минерализации воды, концентрации бактерий. Это особенно характерно для непроточных и малопроточных водоемов.

Известно, что макрофиты являются конкурентными потребителями биогенных элементов, что ограничивает развитие фитопланктона и, соответственно, потребителей последнего – зоопланктона. В сильно зарастающих водоемах биогенные элементы почти полностью используются, с чем связаны их низкие концентрации в воде. При высокой степени зарастаемости большей части озер Тениз-Коргалжынской системы, содержание фосфора в воде находилось на очень низком уровне (2-таблица).

Таблица 2 – Содержание биогенных элементов в воде озер Тениз-Тениз-Коргалжынской системы, июль 2012 г.

Водоем	Биогенные элементы, мг/дм ³						
	NO ₂ ⁻	NO ₃ ²⁻	NH ₄ ⁺	ΣN	P _{общ}	Fe ³⁺ _{общ}	Si ²⁺
Султанкельды, ст. 1	0,026	0,0	0,32	0,346	0,0	12,0	4,3
Султанкельды, ст. 3	0,028	0,0	0,24	0,268	0,0	6,0	4,3
Табан	0,022	0,0	0,50	0,522	0,0	18,0	4,3
Кокай	0,022	0,0	0,32	0,342	0,003	12,0	11,6
Бозарал	0,019	0,0	0,63	0,649	0,0	24,0	6,6
Есей	0,077	0,15	0,40	0,629	0,005	18,0	8,3
Табанказы	0,020	0,0	0,32	0,340	0,003	12,0	4,3
Большой Тенгиз	0,022	0,0	38,00	38,02	0,008	6,0	4,0
р. Нура (п.Коргалжын)	0,022	0,0	0,32	0,342	0,008	18,0	10,8
р. Куланотпес	0,022	0,01	0,32	0,353	0,003	18,0	4,3
ПДК	0,02 по N	9,1 по N	0,5 по N	отс.	отс	0,1	отс

Концентрации в воде нитратов и нитритов не превышали ПДК, установленных для водоемов рыбохозяйственного назначения. Приближалось к предельно допустимому уровню содержание нитритов в воде минерализованного озера Есей. Превышение ПДК по аммонийному азоту зафиксировано в воде оз. Большой Тениз. По всем водоемам системы содержание железа в воде находилось на очень высоком уровне, существенно – в 60-240 раз – превышающем ПДК для рыбохозяйственных водоемов.

Результаты определения содержания тяжелых металлов в воде и донных отложениях исследованных водоемов приведены в таблице 3.

Из результатов анализа следует:

- Концентрация цинка в воде всех водных объектов, за исключением оз. Тениз, соответствовала нормативам. В воде озера Тениз, являющегося конечным аккумулятором поступающих загрязнителей, концентрация металлов превышала нормативные уровни.
- Концентрация меди во всех водоисточниках была значительно ниже санитарно-токсикологического норматива, но существенно превышала норматив для водоемов рыбохозяйственного пользования.
- Концентрация кадмия незначительно превышала санитарную норму для Казахстана, но соответствовала нормативу, рекомендуемому

Таблица 3 – Концентрация тяжелых металлов в пробах воды из Тениз-Коргалжынских озер, июль 2012 г.

Место отбора проб	Ингредиенты, мг/дм ³						
	Цинк	Медь	Кадмий	Свинец	Никель	Хром	Ртуть
оз.Табанказы	0,002	0,007	0,0013	0,016	0,023	0,02	< 0,0002
оз.Бозарал	0,002	0,010	0,0017	0,035	0,07	0,04	< 0,0002
оз.Кокай	0,004	0,005	0,0019	0,025	0,04	0,04	< 0,0002
оз.Б.Тениз	0,140	0,347	0,0040	1,95	2,62	0,07	< 0,0002
оз.Есей	0,010	0,013	0,0012	0,045	0,08	0,06	< 0,0002
оз.Табан	0,004	0,003	0,0014	0,022	0,044	0,03	< 0,0002
оз.Султанкельды ст.№1	0,003	0,004	0,0013	0,014	0,021	0,02	< 0,0002
оз.Султанкельды ст.№3	0,002	0,012	0,0017	0,024	0,045	0,03	< 0,0002
р.Нура, п. Коргалжын	0,002	0,007	0,0015	0,014	0,025	0,02	< 0,0002
р.Куланотпес	0,003	0,005	0,0015	0,016	0,024	0,04	< 0,0002
ПДК в питьевых и хоз.быт водоемах/рыб.хоз водоемах	1,0/0,01	1,0/0,001	0,001/0,005	0,03/0,01-0,1	0,1/0,01	0,05-0,5/0,005-0,02	0,0005/0,00001
ПДК по рекомендации ВОЗ	3,0-5,0	1,0-2,0	0,003-0,005	0,01-0,05		0,05 общий	

ВОЗ. Содержание этого металла соответствовало норме для водоемов рыбохозяйственного пользования.

- Концентрация свинца во всех водоисточниках, за исключение озер Тениз и Есей находилась в пределах нормы.

- Концентрация никеля во всех объектах, за исключением оз.Тениз, соответствовала са-

нитарному нормативу, но превышала норматив для водоемов рыбохозяйственного водопользования.

- Концентрация хрома во всех объектах соответствовала санитарному нормативу, но превышала норматив для водоемов рыбохозяйственного водопользования.

- Концентрация ртути соответствовала норме.

Результаты определения содержания в воде нефтепродуктов, фенолов и соединений фтора приведены в таблице 4.

По содержанию нефтепродуктов и фенолов превышения предельно допустимых уровней для водоемов рыбохозяйственного пользования не обнаружено. Содержание фторидов во всех

водоисточниках заметно превышало ПДК. Имеющиеся данные о содержании загрязняющих веществ в бассейне Нуры [10, 11] также свидетельствуют о хроническом загрязнении бассейна медью и фторидами. По результатам наших исследований загрязняющими элементами являются также никель и хром.

Таблица 4 – Концентрация фтора, нефтепродуктов и фенолов, в пробах воды Тениз-Коргалжынских озер, июль 2012 г.

Место отбора проб	Ингредиенты, мг/дм ³		
	Фториды	Нефтепродукты	Фенолы
оз.Базарал	1,23	< 0,005	< 0,0005
оз.Табанказы	1,12	< 0,005	0,0006
оз.Табан	1,44	< 0,005	0,0009
оз.Кокай	1,54	< 0,005	0,0007
оз.Есей	2,04	< 0,005	0,001
оз.Султанкельды ст.№1	1,07	< 0,005	0,0008
оз.Султанкельды ст.№3	1,44	< 0,005	< 0,0005
оз.Б.Тениз	0,81	< 0,005	0,001
р.Нура, п. Коргалжын	1,07	< 0,005	0,001
р.Куланотпес	0,34	< 0,005	< 0,0005
ПДК для водоемов рыбохозяйственного водопользования	0,05 (не выше 0,75)	0,05	0,001

Таблица 5 – Концентрация тяжелых металлов в пробах донных отложений, июль 2012 г.

Место отбора проб	Ингредиенты, мг/дм ³						
	Цинк	Медь	Кадмий	Свинец	Никель	Хром	Ртуть
оз.Бозарал	52,00	18,68	0,65	16,12	31,38	24,71	<0,01
оз.Кокай	43,74	18,69	0,90	18,08	23,35	32,02	<0,01
оз.Табан	41,40	21,60	0,57	14,21	22,48	23,57	<0,01
оз.Есей	34,90	14,51	0,40	11,68	21,34	16,21	< 0,01
Фоновые значения по [12]	8,0-60,0	4,0-50,0	0,1-1,2	5,0-18,0	отс.	отс.	0,01-3,0
В загрязненных биотопах по [12]	300-1200	200-500	4,0-10,0	25,0-85,0	отс.	отс.	5,0-20,0
ПДК по [13]	200	30	1,5	500	200	отс.	отс.

В таблице 5 приведены результаты анализа концентрации тяжелых металлов в донных отложениях исследованных нами водоемов, а также имеющиеся данные [12] о концентрации металлов в донных отложениях фоновых и загрязненных биотопов ветлендов речных и озерных систем России.

По содержанию отдельных тяжелых металлов донные отложения исследованных водоисточников были величинами одного порядка и не обнаруживали заметных различий между собой.

По сумме всех содержащихся металлов озера Бозарал, Кокай и Табан практически не различались, а суммарная концентрация метал-

лов в донных отложениях оз. Есей была заметно ниже.

В этой связи интересно отметить, что оз. Есей имеет повышенный уровень минерализации, а цинк, медь, свинец, никель и хром в воде обнаружены в относительно высоких концентрациях, однако, содержание этих же элементов в донных отложениях было более низким, чем в других озерах.

В настоящее время нормативы, устанавливающие предельно допустимые уровни содержания металлов в донных отложениях, не разработаны. Это связано с тем, что донные отложения водоисточников разных категорий и водоисточников одних и тех же категорий в разных ландшафтно-географических зонах значительно отличаются по своей способности сорбировать соединения металлов.

При сравнении полученных нами и имеющихся данных [12] можно заключить, что концентрация тяжелых металлов в донных отложениях Тениз-Коргалжынских озер не превышает фоновых значений для водно-болотных угодий России.

Можно провести и достаточно условное сравнение обнаруженных нами концентраций тяжелых металлов в грунтах с ПДК, предложенными В.А. Даульватер [13] для донных отложений озер северной Фенноскандии. Из результатов сравнения (таблица 6) следует, что в исследованных нами образцах грунтов концентрации тяжелых металлов значительно ниже этих ПДК.

Таким образом, в сравнении с 2005 г, в 2012 г. в условиях маловодности существенно возросла минерализация воды, а содержание раствори-

мых соединений железа меди, никеля, хрома и фторидов во всех водоисточниках находилось выше соответствующих нормативов для водоемов рыбохозяйственного пользования.

Особенностью гидрорежима Тениз-Коргалжынской озерной системы является его цикличность, которая зависит от интенсивности весеннего паводка, что обусловлено преимущественно снеговым питанием озер. Главным фактором, определяющим расходную часть этих озер, является испарение. В историческом прошлом наиболее типичными для озер низовьев Нуры были малые – 6-7-летние и большие (от 20 до 33 лет) циклы подъема и спада уровня воды [14, 15].

Цикличность подъема и спада уровня воды ведет к существенному изменению условий обитания водно-болотных птиц, в результате чего изменяется их численность, характер пребывания и распределение по отдельным водоемам. Первостепенное влияние на изменение численности, особенно водоплавающих птиц, оказывает состояние мест обитания, зависящее главным образом от водообеспечения озер.

Недостаточный уровень водообеспечения значительно трансформирует или полностью разрушает трофические цепочки между различными звеньями водных экосистем. При дальнейшем снижении уровня водообеспечения, безусловно, отрицательное влияние на состояние водной и околотоводной фауны Тениз-Коргалжынских озер будет оказывать как дальнейшее повышение минерализации воды, так и возрастание концентрации токсических веществ, в частности тяжелых металлов.

Литература

- 1 Алекин О.А. Методы исследования физических свойств и химического состава вод // Жизнь пресных вод. – М.: Изд. АН СССР, 1973. – Т. 4. – С.214-298.
- 2 Шишкина Л.А. Гидрохимия. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 287 с.
- 3 Агатова А.И., Налетова И.А., Зубаревич В.Л. и др. Справочник гидрохимика: рыбное хозяйство. – М.: Агропромиздат, 1991. – 224с.
- 4 Фомин Г.С. Вода. Контроль химической, бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам. – М.: Наука, 2000. – 839 с.
- 5 Нурбаев С.К., Грановский Э.И., Шишкова Н.К. и др. // Спектрохимическое определение тяжелых металлов в объектах окружающей среды, пищевых продуктах и биологических материалах. – Алматы, 1999. – 45 с.
- 6 Другов Ю.С., Родин А.А., Кашмет В.В. Пробоподготовка в экологическом анализе. – М.: Лаб-Пресс. 2005. – 756 с.
- 7 Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения, Сан ПиН РК 3.01.070.98.

- 8 Гидрохимические показатели окружающей среды // <http://www.ecoline.ru/mc/refbooks/hydrochem/index.html>.
- 9 Гусева Т. В. (под ред.) Гидрохимические показатели состояния окружающей среды. – М.: Социально-экологический Союз, 2002. – 148 с.
- 10 Глобально значимые водно-болотные угодья. – Т. 2. – Тениз-Коргалжинская система озер. – Астана: ПРООН, 2007. – 286 с.
- 11 Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды бассейна реки Нуры в 2011 г. – Астана, 2012. – 48 с.
- 12 Никаноров А.М., Жулидов А.В., Емец В.М. Тяжелые металлы в организмах ветлендов России. – С.-Пб: Гидрометиздат, 1993. – 295 с.
- 13 Даульватер В.А. Химический состав донных отложений пресноводных водоемов Европейской субарктики как показатель состояния водных ресурсов // Природопользование в Евро-Арктическом регионе: опыт XX века, перспективы и последствия. – Апатиты: Из-во КНЦ РАН, 2001. – С.192-201.
- 14 Агроклиматический справочник по Акмолинской области. – М.-Л: Гидрометиздат, 1953. – 696 с.
- 15 Муравлев Г.Г. Малые озера Казахстана. – Алма-Ата, 1973. – 178 с.

Reference

- 1 Alekin O.A. Metody issledovaniya fizicheskix svojstv i ximicheskogo sostava vod // Zhizn presnyx vod. – М.: Izd. Ansssr, 1973. – t. 4. – s.214-298.
- 2 Shishkina L.A. Gidroximiya. – L.: Gidrometeoizdat, 1974. – 287 s.
- 3 agatova a.I., Naletova I.A., Zubarevich V.L. i dr. Spravochnik gidroximika: rybnoe khozyajstvo. – М.: Agropromizdat, 1991. – 224s.
- 4 Fomin G.S. Voda. kontrol ximicheskoy, bakterialnoj i radiacionnoj bezopasnosti po mezhdunarodnym standartam. – М.: Nauka, 2000. – 839 s.
- 5 Nurbaev S.K., Granovskij E.I., Shishkova N.K. i dr. // Spektroximicheskoe opredelenie tyazhelyx metallov v obektax okruzhayushhej sredy, pishhevyx produktax i biologicheskix materialax. – Almaty, 1999. – 45 s.
- 6 Drugov Yu.S., Rodin A.A., Kashmet V.V. Probopodgotovka v ekologicheskom analize. – М.: Lab-Press. 2005. – 756 s.
- 7 Sanitarnye pravila i normy ohrany poverxnostnyx vod ot zagryazneniya, San Pin Rk 3.01.070.98.
- 8 Гидрохимические показатели окружающей среды // <http://www.ecoline.ru/mc/refbooks/hydrochem/index.html>.
- 9 Guseva T. V. (pod red.) Gidroximicheskije pokazateli sostoyaniya okruzhayushhej sredy. – М.: Socialno-Ekologicheskij Soyuz, 2002. – 148 S.
- 10 Globalno znachimye vodno-bolotnye ugodya. – Т. 2. – Teniz-Korgalzhynskaya Sistema Ozer. – Астана: Proon, 2007. – 286 S.
- 11 Informacionnyj byulleten o sostoyanii okruzhayushhej sredy bassejna reki Nury v 2011 g. – Астана, 2012. – 48 s.
- 12 Nikanorov A.M., Zhulidov A.V., Emec V.M. Tyazhelye metally v organizmax vetlendov rossii. – S.-Pb:Gidrometizdat, 1993. – 295 S.
- 13 Daulvater V.A. Ximicheskij sostav donnyx otlozhenij presnovodnyx vodoemov evropejskoj subarktiki kak pokazatel sostoyaniya vodnyx resursov // Prirodopolzovanie v evro-arkticheskom regione: opyt xx veka, perspektivy i posledstviya. – Apatity: Iz-Vo Knc Ran, 2001. – s.192-201.
- 14 Агроклиматический справочник по акмолинской области. – М.-Л: Гидрометиздат, 1953. – 696 с.
- 15 Muravlev G.G. Malye ozera Kazaxstana. – Alma-Ata, 1973. – 178 s.

Работа выполнена по бюджетной программе 055 «Научная и/или научно-техническая деятельность», подпрограмма 101 «Грантовое финансирование научных исследований, грант 1653/ГФ