

Экологический мониторинг водоёмов Кумо-Маньчской впадины

© 2020. Э. Б. Дедова, д. с.-х. н., профессор, г. н. с.,

В. И. Иванова, к. б. н., с. н. с.,

Г. Н. Кониева, к. с.-х. н., в. н. с.,

Калмыцкий филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации им. А. Н. Костякова»,
358011, Россия, Республика Калмыкия, г. Элиста, площадь Городовикова, д. 1,
e-mail: kf_vniigim@mail.ru

Водоёмы Кумо-Маньчской впадины имеют реликтовое происхождение и функционируют за счёт выщелачивания слагающих впадину морских отложений поверхностными и грунтовыми водами. В статье приводятся результаты многолетнего экологического мониторинга водоёмов Маньчской группы озёр, обладающих высокой минерализацией, что способствует формированию специфического биоценоза. Изучение экологических особенностей водоёмов в условиях лимитирующего влияния солёности показало, что высокая степень минерализации воды (80–200 г/л) способствует активному развитию и размножению *Artemia salina* L. в озёрах Большое Яшалтинское и Джама. Основным источником питания парthenогенетической популяции артемии являются микрофиты *Dunaliella salina*, *Nitzschia*, *Navicula*, *Surirella*, обладающие высокой пластичностью и способные выдерживать резкие перепады минерализации воды. Анализ полученных результатов показал, что состав, динамика численности и генезис биоты подвержены флуктуации, зависящей от совокупного действия экологических факторов среды. Наиболее сильная степень минерализации в озёрах Маньчской группы формируется в летний период при значении гидротермического коэффициента 0,3–0,4. В озёрах отмечено развитие двух-трёх генераций рачка *Artemia salina* L., средняя численность разновозрастного рачка за период апрель–август в озере Большое Яшалтинское – 23,07–61,14 тыс. экз./м³, в озере Джама – 10,05–23,15 тыс. экз./м³. Установленная зависимость между минерализацией воды (x) и средней длиной тела рачков (Y) аппроксимируется уравнением вид $Y = 8,9118 + 0,0041 x$ ($n = 60$; $r = 0,38$; $p = 0,03$; $r^2 = 0,14$).

Ключевые слова: минерализация воды, Кумо-Маньчская впадина, гипергалинные водоёмы, артемия, водоросли.

Environmental monitoring of water reservoirs of Kumo-Manych depression

© 2020. E. B. Dedova ORCID: 0000-0002-0640-911X,

V. I. Ivanova ORCID: 0000-0002-5852-5753,

G. N. Konieva ORCID: 0000-0002-6965-5967

All-Russian hydraulic and melioration research institute named after
A. N. Kostyakov, Kalmykia Branch,
1, Gorodovikova Ploshchad, Elista, Republic of Kalmykia, Russia, 358011,
e-mail: kf_vniigim@mail.ru

The reservoirs of the Kumo-Manych depression are of relict origin and function due to leaching of the sea sediments composing the depression by surface and ground waters. The article presents the results of long-term environmental monitoring of reservoirs of Manych group of lakes with high mineralization, which contributes to the formation of a specific biocenosis. The study of ecological features of water bodies under the conditions of limiting influence of salinity showed that a high degree of water salinity (80–200 g/L) contributes to the active development and reproduction of *Artemia salina* L. in lakes Bol'shoe Yashaltinskoe and Jama. The main source of nutrition of the parthenogenetic population of *Artemia* are microphytes *Dunaliella salina*, *Nitzschia*, *Navicula*, *Surirella*, which have high plasticity and are able to withstand sudden changes in water mineralization. 24 species of diatoms and 1 species of green algae were found. The analysis of the results showed that the composition, dynamics of abundance and genesis of biota are subject to fluctuations, depending on the cumulative effect of environmental factors. The strongest degree of mineralization of surface waters in the lakes of Manych group is formed during the summer period at the value of hydrothermal factor of 0.3–0.4. In the lakes, it is noted the development of two or three generations of crustaceans *Artemia salina*, the average number of different age crustaceans for the period April–August in the lake Bol'shoe Yashaltinskoe is 23.07–61.14 thousand ind./m³, in the lake Jama – 10.05–23.15 thousand ind./m³. The dependence between the mineralization of water (x) and the average body length of crustaceans (Y) is approximated by the equation of the form: $Y = 8,9118 + 0,0041 x$ ($n = 60$; $r = 0.38$; $p = 0.03$; $r^2 = 0.14$).

Keywords: mineralization of water, Kumo-Manych depression, hyperhaline reservoirs, artemia, algae.

Кумо-Маньчская впадина расположена в южной европейской части аридного климатического пояса Российской Федерации, которая представляет собой уникальное образование тектонического происхождения с шириной 20–30 км, а в центральной части сужается до 1–2 км [1, 2]. В геологическом прошлом здесь проходил морской пролив, соединяющий Черноморский и Каспийский бассейны.

Анализ палеогеографических исследований показал, что водоёмы Кумо-Маньчской впадины сформировались как реликтовые объекты во время хвалынской трансгрессии, связанной со сменой морского и речного режимов, в условиях резко континентального засушливого климата при остром дефиците атмосферных осадков, высокой сумме активных температур воздуха и интенсивных суховеях. Самым большим водоёмом является озеро Маньч-Гудило, которое охраняется согласно Конвенции о водно-болотных угодьях, имеющих международное значение. К северу и к юго-востоку от него находятся лиманные озёра, такие как Подманок, Джама, Царык,

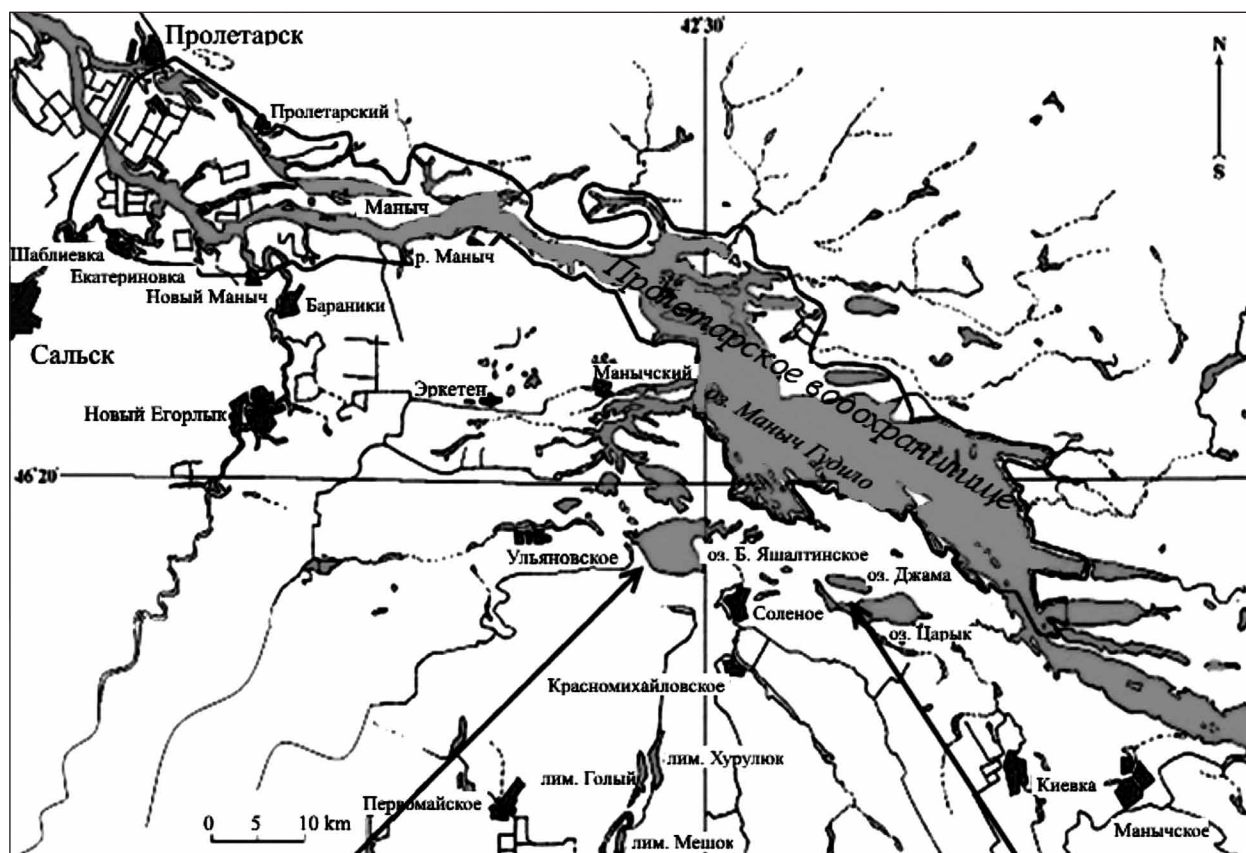
Большое и Малое Яшалтинское, Грузское, Лебяжье и др. [3–6] (рис. 1).

Изучение функционирования природных уникальных экосистем водоёмов Кумо-Маньчской впадины является актуальным направлением в экологии.

Цель данной работы – проведение экологического мониторинга водных объектов Кумо-Маньчской впадины, разработка рекомендаций комплексного использования и оздоровления водохозяйственной обстановки водоёмов.

Объекты и методы исследования

Материалом для данной работы послужили результаты экологического мониторинга водоёмов Кумо-Маньчской впадины в период 2002–2016 гг. Количественный химический анализ вод проводили в соответствии с методиками ПНД Ф 14.1:2.98-97, ПНД Ф 14.1:2:4.113-97, ПНД Ф 14.1:2:3.95-97, ПНД Ф 14.1:2.107-97, ПНД Ф 14.1:2.114-97, ПНД Ф 14.1:2:3:4.121-97, предел погрешностей при вероятности $P = 0,95$ составляет $\pm 9–14\%$. Отбор



Озеро Большое Яшалтинское
Lake Bol'shoe Yashaltinskoe

Озеро Джама
Lake Jama

Рис. 1. Расположение озёр Кумо-Маньчской впадины
Fig. 1. Location of the lakes of the Kumo-Manych depression

Таблица 1 / Table 1

Динамика химического состава озера Большое Яшалтинское
Dynamics of the chemical composition of the lake Bol'shoe Yashaltinskoe

Дата отбора Date of selection	Концентрация ионов, г/л Ion concentration, g/L							Сумма солей, г/л Amount of salts, g/L	pH
	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺		
2002 год / 2002									
23.07	–	0,78	75,3	50,4	7,0	8,4	49,8	192	8,0
2003 год / 2003									
22.04	–	0,85	82,5	61,8	9,4	11,2	57,3	223	8,3
20.08	–	1,53	169,5	127,2	20,6	25,7	96,9	441	8,7
2004 год / 2004									
10.04	–	0,51	33,1	18,6	0,80	5,2	20,0	78,3	7,5
26.07	–	0,60	33,8	18,9	0,84	5,8	20,1	80,0	7,7
2007 год / 2007									
15.04	0,003	0,11	57,5	24,1	0,03	4,8	33,6	120,2	7,8
05.08	–	0,67	84,0	48,6	8,5	9,6	64,2	215,6	8,0
2010 год / 2010									
10.05	–	0,62	53,8	26,0	5,9	7,8	35,9	130,0	7,6
22.08	–	1,23	143,6	112,2	18,0	24,8	106,4	406	8,2
2013 год / 2013									
04.05	–	0,31	81,6	16,4	4,6	1,3	63,1	167	7,8
25.08	–	0,97	130,0	81,5	16,7	7,2	88,0	324	8,0
2016 год / 2016									
20.04	0,003	0,98	67,4	47,6	7,4	9,6	56,4	190	7,7
27.07	–	1,11	72,4	64,9	10,1	16,9	71,9	237	8,2

Примечание: прочерк обозначает, что концентрация ионов ниже предела обнаружения метода.
Note: A dash indicates that the ion concentration is below the detection limit of the method.

гидробиологических проб, измерения факторов среды, обработку материалов проводили по методике изучения биогеоценозов внутренних водоёмов, математическую обработку данных проводили методами статистического анализа с применением программы STATISTIKA 10.0 [7–10].

Результаты и обсуждение

Результаты экспедиционных исследований показали, что озёра Кумо-Маньчской впадины имеют чётко выраженные крутые берега и плоское дно с соленосной глиной, которая покрывается кристаллами соли при высыхании озёр в сухие годы. Основное питание происходит за счёт атмосферных осадков, талых и грунтовых вод.

Озеро Большое Яшалтинское является наиболее крупным из Маньчской группы озёр с площадью водной поверхности в межень 41,0 км². При экстремально высоком наполнении оз. Маньч-Гудило до отметок 15,52–15,50 м возможно поступление части

его стока в озеро Большое Яшалтинское и образование единого водного зеркала с озером Малое Яшалтинское [11].

Озеро Джама, как и другие озёра Маньчской группы, имеет реликтовое происхождение и функционирует за счёт выщелачивания слагающих впадину морских отложений поверхностными и грунтовыми водами, к концу лета может полностью или частично пересыхать. При этом площадь водной поверхности озера Джама в весенний период составляет соответственно 5 км², минерализация воды в годы исследований в зависимости от сезона года варьировала от 108 до 426 г/л.

Результаты многолетнего мониторинга показали, что общая минерализация воды в оз. Большое Яшалтинское может достигать 441,3 г/л. Вместе с тем, при подаче в водоём пресной воды по каналу РР-4 (Ростовский распределитель) Право-Егорлыкской оросительно-обводнительной системы (что имело место в 2003–2005 гг.) минерализация может уменьшаться до 78,3–80,0 г/л (табл. 1).

МОНИТОРИНГ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННО НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Минерализация и химический состав озёр значительно колеблются по годам и сезонам в зависимости от количества осенне-зимних осадков, испаряемости и подачи пресной воды. При этом наименьшая концентрация солей отмечается в весенний период и наибольшая – в конце лета, химический состав изменяется от сульфатно-хлоридного магниево-натриевого до хлоридного натриево-магниевого.

Величина минерализации водоёма Б. Яшалтинское (Y_{IV-V} и $Y_{VI-VIII}$) в зависимости от гидротермического коэффициента (ГТК) (x) за периоды апрель–май и июнь–август описываются уравнениями:

$$Y_{IV-V} = 124,90 + 162,36x - 140,07x^2 \quad (1)$$

$$Y_{VI-VIII} = 798,52 - 1352,96x - 625,36x^2 \quad (2)$$

$(n = 30; r^2 = 0,14; p = 0,04).$

Решение уравнений показывает, что наиболее сильная степень минерализации формируется в летний период при значении ГТК (x) 0,3–0,4 (рис. 2).

Результаты исследований показали, что оз. Большое Яшалтинское и Джама по сумме

ионов относятся к гипергалинным водоёмам Маньчской группы.

Нами выявлено 25 видов водорослей, в том числе 24 вида диатомовых (*Nitzschia* sp., *N. compressa* (Bailey) Boyer, *N. constricta* (Kütz.) Ralfs in Pritch., *N. epithemoides* Grun., *N. hungarica* Grun., *N. pellucida* Grun., *N. pusilla* Grun., *N. scalpeliformis* Grun.; *Surirella brebissonii* Krammer & Lange-Bertalot, *S. hoefleri* Hust.; *Navicula lundii* Reinch., *N. phyllepta* Kütz., *N. salinarum* Grun., *Amphora coffeaeformis* (Ag.) Kütz., *Craticula halophila* (Grun.) D.G. Mann, *Cylindrotheca gracilis* (Bréb. ex Kütz.) Grun., *Entomoneis alata* (Ehr.) Ehr., *Fragilaria fasciculata* (Ag.) Lange-Bertalot, *Gyrosigma acuminatum* (Kütz.) Rabenh., *Hantzschia vivax* (W.Sm.) M. Peragallo, *Rhopalodia gibberula* (Ehr.) O. Müll., *Stauroneis anceps* Ehr., *Stephanodiscus* sp., *Thalassiosira* sp.) и 1 вид зелёных (*Dunaliella salina* Teod.). Представители альгофлоры в условиях высокой минерализации воды обладают высокой пластичностью и способны выдерживать резкие перепады и широкие пределы солёности [12–14].

Эти микрофиты служат основным источником питания рачка партеногенетической популяции артемии. Результаты исследований

Таблица 2 / Table 2

Морфологическая характеристика половозрелых особей рачка *Artemia salina* L. в гипергалинных водоёмах Кумо-Маньчской впадины
Morphological characteristics of mature crustaceans *Artemia salina* L. in the hypergalin reservoirs of the Kumo-Manych depression

Показатель Indicator	Месяц / Month				
	апрель April	май May	июнь June	июль July	август August
озеро Большое Яшалтинское / Bol'shoe Yashaltinskoe lake					
Минерализация воды, г/л / Water mineralization, g/L	152,0±5,6	162,3±4,7	176,8±8,5	202,5±11,2	260,2±15,4
Длина тела, мм Body length, mm	9,25±0,19	10,50±0,11	9,13±0,25	10,25±0,20	10,75±0,26
L_{max}	11,50±0,22	13,50±0,30	11,25±0,18	12,50±0,10	14,00±0,17
L_{min}	7,00±0,12	7,50±0,15	7,00±0,09	8,00±0,26	7,50±0,14
$L_{max}:L_{min}$	1,64	1,80	1,61	1,56	1,87
озеро Джама / Jama lake					
Минерализация воды, г/л / Water mineralization, g/L	165,1±5,7	180,3±5,5	208,4±9,1	276,2±13,7	310,1±18,7
Длина тела, мм Body length, mm	9,13±0,18	9,88±0,25	9,00±0,12	9,75±0,27	10,00±0,18
L_{max}	11,25±0,26	12,50±0,18	11,00±0,23	12,00±0,16	12,75±0,20
L_{min}	7,00±0,14	7,25±0,12	7,00±0,11	7,50±0,22	7,25±0,13
$L_{max}:L_{min}$	1,61	1,72	1,57	1,60	1,76

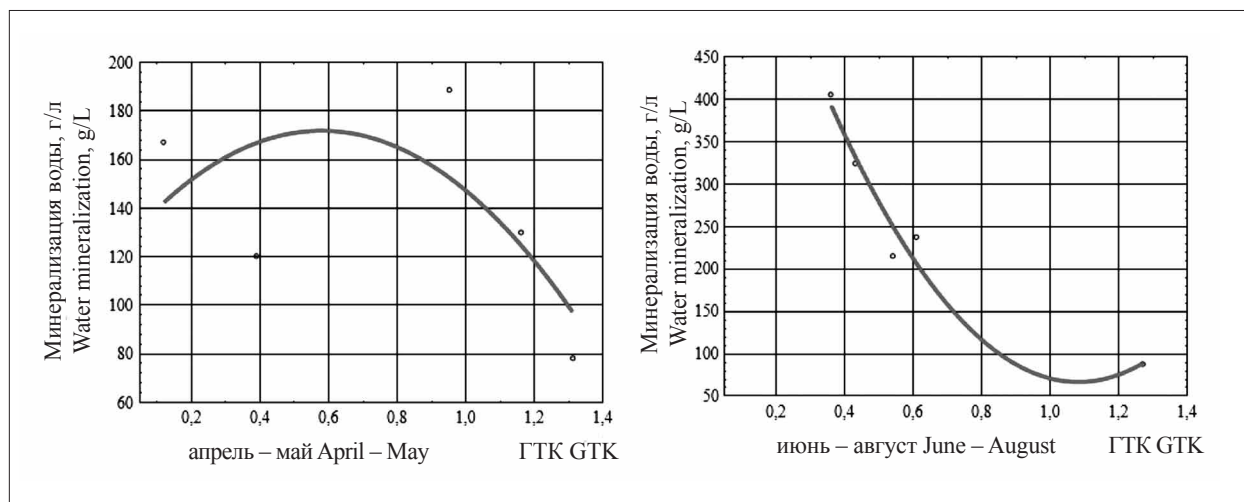


Рис. 2. Степень минерализации воды в зависимости от гидротермического коэффициента (ГТК)
 Fig. 2. The degree of mineralization of water depending on the GTK

показали, что высокая степень минерализации воды в водоёмах способствует развитию и размножению рачка-жабронюга *Artemia salina* L. [15–17]. Так, его популяции были отмечены в озёрах Большое Яшалтинское и Джама, где минерализация воды составляла 80–400 г/л, в других исследуемых озёрах *Artemia salina* L. не обнаружена.

Анализ эффективности таких факторов, как биомасса артемий, минерализация воды и численности фитопланктона, а также их совместного влияния показал следующее: максимальные показатели биомассы рачка при минерализации 78,3 г/л в оз. Большое Яшалтинское составили 91,8 г/м³, в оз. Джама при минерализации 148,2 г/л – 57,7 г/м³. При увеличении минерализации воды в озёрах Манычской группы (229,8–246,1 г/л) происходит снижение численности фитопланктона (6,6–12,1 млн кл./л) и биомассы артемий (20,7–57,6 г/м³). По результатам мониторинга установлено, что для активной жизнедеятельности *Artemia salina* L. оптимальный порог солёности воды составляет 80–200 г/л.

Следует отметить, что при неблагоприятных условиях внешней среды (минерализация воды более 300 г/л) *Artemia salina* L. погибает, но при этом популяции сохраняются в грунтах озёр в виде цист, численность которых составляет 49,1–252,3 тыс. экз./м³.

Анализ структуры популяции *Artemia salina* L. показал, что в оз. Б. Яшалтинское она состояла в основном из самок (до 27,2 тыс. экз./м³), самцы имелись в единичных экземплярах, а численность науплиусов варьировала от 15,0 до 41,7 тыс. экз./м³, что на 47–71% больше, чем в оз. Джама.

Изучение морфологических особенностей *Artemia salina* L. показало, что их параметры зависят от гидрохимического режима озера. Так, в оз. Джама при минерализации воды 165,1–310,1 г/л размерный состав половозрелых рачков артемий колебался от 7,00 до 12,75 мм, при средней длине примерно 9,50 мм. В оз. Большое Яшалтинское при меньшей минерализации воды длина тела половозрелых особей рачка на 2,22–9,80% больше, чем в оз. Джама (табл. 2).

Зависимость между минерализацией воды (x) и средней длиной тела рачков (y) аппроксимируется уравнением вида: $Y = 8,9118 + 0,0041x$ ($n = 60; r = 0,38; p = 0,03; r^2 = 0,14$). Длина тела науплиусов в период исследований варьировала в пределах 0,560–2,700 мм, составляя в среднем $1,70 \pm 0,51$ мм ($\sigma = 0,880, C_v = 51,65\%$). Последующие ювенильные стадии развития рачка имели среднюю длину тела от 3,750 до 6,500 мм ($5,17 \pm 0,65, \sigma = 1,124, C_v = 21,76\%$). Диаметр цист *Artemia salina* L. составлял от 0,250 до 0,400 мм.

Заключение

Проведённый комплексный мониторинг водоёмов Кумо-Манычской впадины показал, что они обладают повышенной степенью минерализации воды. Установлено, что наиболее сильная степень минерализации поверхностных вод в озёрах Манычской группы формируется в летний период при значении ГТК 0,3–0,4. Обнаружено 24 вида диатомовых и 1 вид зелёных (*Dunaliella salina* Teod.) водорослей. В озёрах отмечено развитие двух–трёх генераций рачка *Artemia salina* L., средняя

численность разновозрастного рачка за период апрель–август в оз. Большое Яшалтинское – 3,07–61,14 тыс. экз./м³, в оз. Джама – 10,05–23,15 тыс. экз./м³. Установленная зависимость между минерализацией воды (x) и средней длиной тела рачков (Y) аппроксимируется уравнением вида: $Y = 8,9118 + 0,0041 x$ ($n = 60$; $r = 0,38$; $p = 0,03$; $r^2 = 0,14$).

Литература

1. Алексеевский Н.И. Гидрофизика: учебник для ВУЗов. М.: Академия, 2006. 176 с.
2. Богун Н.М. Изучение степных экосистем заповедной зоны озера Маньч-Гудило // Роль особо охраняемых природных территорий в сохранении биоразнообразия. Ростов-на-Дону: Ростовский университет, 2006. С. 174–176.
3. Ulanova S. The reservoirs of the Kuma-Manych depression in the territory of Kalmykia: regimen, ecotonic systems of the shores, and use // Applied Problems of Arid Lands Development. 2011. No. 2 (47). P. 33–45.
4. Лурье П.М., Панов В.Д., Саломатин А.М. Река Маньч // Гидрография исток. СПб.: Гидрометеиздат, 2001. 160 с.
5. Бакташева Н.М., Дедова Э.Б., Иванова В.И., Кониева Г.Н. Экосистема гипергалинных водоёмов Калмыкии. Элиста: ФГБОУ ВПО Калмгосуниверситет, 2015. 145 с.
6. Бамбеева В.И., Бакташева Н.М., Дедова Э.Б. Комплексная характеристика биоценоза гипергалинного водоёма Калмыкии // Естественные науки. 2009. № 3. С. 20–24.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс, 2014. 351 с.
8. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоёмов / Под ред. Ф.Д. Мордухай-Болтовского. М.: Наука, 1975. 240 с.
9. Van Stappen G. Introduction, biology and ecology of *Artemia* // Manual on the Production and Use of Live Food for Aquaculture. 1996. V. 361. P. 70–106.
10. Сокольская Е.В., Кочуров В.И., Долгов Ю.А., Лобковский В.А. Многофакторная модель как основа управления качеством окружающей среды урбанизированных территорий // Теоретическая и прикладная экология. 2018. № 2. С. 26–34.
11. Овчинников А.С., Бородычев В.В., Дедова Э.Б., Иванова В.И. Особенности экосистем солёных водоёмов Калмыкии // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2015. № 4 (40). С. 10–21.
12. Анисимова О.В., Бамбеева В.И. Водоросли озера Большое Яшалтинское // Проблемы сохранения и рационального использования биоразнообразия Прикаспия и сопредельных регионов. Вып. 2. Элиста: Изд-во КГУ, 2005. С. 9–10.

13. Graham L., Wilcox L. Algae. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2000. 650 p.
14. Krammer K. Cymbopleura, Delicata, Navicymbula, Gomphocymbellopsis, Afrocymbula // Diatoms of Europe: Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats. 2003. V. 4. P. 1–530.
15. Убаськин А.В. Эколого-биологические особенности рачка *Artemia*: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Павлодар, 2005. 20 с.
16. Mamontov J., Litvinenko A., Litvinenko L. About conditions and use of *Artemia* resources in Russia // International Workshop on Artemia. Iran: Urmia University, 2001. 32 p.
17. Litvinenko L.I., Kozlov A.V., Kovalenko A.I., Bauer D.S. Salinity of water as a factor to determine the development of the brine shrimp *Artemia* populations in Siberian lakes // Hydrobiologia. 2007. V. 576. P. 95–101.

References

1. Alekseevsky N.I. Hydrophysics: a textbook for high schools. Moskva: Academia, 2006. 176 p. (in Russian).
2. Bohun N.M. Study of steppe ecosystems of the Manych-Gudilo lake conservation zone // Role of specially protected natural areas in the conservation of biodiversity. Rostov-on-Don: Rostov University, 2006. P. 174–176 (in Russian).
3. Ulanova S. The reservoirs of the Kuma-Manych depression in the territory of Kalmykia: regimen, ecotonic systems of the shores, and use // Applied Problems of Arid Lands Development. 2011. No. 2 (47). P. 33–45.
4. Lurie P.M., Panov V.D., Solomatina A.M. The River Manych // Hydrography source. Sankt-Peterburg: Gidrometeoizdat, 2001. 160 p. (in Russian).
5. Baktasheva N.M., Dedova E.B., Ivanova V.I., Konieva G.N. Ecosystem of hypergalin reservoirs of Kalmykia. Elista: FGBOU VPO Kalmgosuniversitet, 2015. 145 p. (in Russian).
6. Bambeeva V.I., Baktasheva N.M., Dedova E.B. Complex characteristic of the biocenosis of the hypergalin basin of Kalmykia // Estestvennye nauki. 2009. No. 3. P. 20–24 (in Russian). doi: 10.18384/2310-7189-2009-3-20-24
7. Dospikhov B.A. Method of field experience (with the basics of statistical processing of research results). Moskva: Al'yans, 2014. 351 p. (in Russian).
8. Methods of studying the biogeocenoses of inland waters / Ed. F.D. Mordukhay-Boltovskiy. Moskva: Nauka, 1975. 240 p. (in Russian).
9. Van Stappen G. Introduction, biology and ecology of *Artemia* // Manual on the Production and Use of Live Food for Aquaculture. 1996. V. 361. P. 70–106.
10. Sokolskaya E.V., Kochurov V.I., Dolgov Yu.A., Labkovsky V.A. Multi-factor model as the basis of environmental quality management in urbanized territories // Theoretical and Applied Ecology. 2018. No. 2. P. 26–34 (in Russian). doi: 10.25750/1995-4301-2018-2-026-034

11. Ovchinnikov A.S., Borodichev V.V., Dedova E.B., Ivanova V.I. Peculiarities of the ecosystems of the salt water bodies of Kalmykia // *Izvestiia Nizhnevolskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professionalnoe obrazovanie*. 2015. No. 4 (40). P. 10–21 (in Russian).

12. Anisimova O.V., Bambeeva V.I. Algae of lake Bolshoye Yashaltinskoe // *Problems of conservation and rational use of biodiversity of the Caspian region and adjacent regions*. No. 2. Elista: izd-vo KGU, 2005. P. 9–10 (in Russian).

13. Graham L., Wilcox L. *Algae*. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2000. 650 p.

14. Krammer K. *Cymbopleura*, *Delicata*, *Navicymbula*, *Gomphocymbellopsis*, *Afrocymbula* // *Diatoms of*

Europe: *Diatoms of the European inland waters and comparable habitats*. 2003. V. 4. 530 p.

15. Ubaskin A.V. Ecological and biological features of the *Artemia*: Avtoref. diss. ... kand. biol. nauk. Pavlodar, 2005. 20 p. (in Russian).

16. Mamontov J., Litvinenko A., Litvinenko L. About conditions and use of *Artemia* resources in Russia // *International Workshop on Artemia*. Iran: Urmia University, 2001. 32 p.

17. Litvinenko L.I., Kozlov A.V., Kovalenko A.I., Bauer D.S. Salinity of water as a factor to determine the development of the brine shrimp *Artemia* populations in Siberian lakes // *Hydrobiologia*. 2007. V. 576. P. 95–101. doi: 10.1007/s10750-006-0296-8