

ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ВИДОВОЙ СОСТАВ ПЛАНКТОНА В ОЗЕРЕ МАЙБАЛЫК ВБЛИЗИ ГОРОДА АСТАНА, РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

Л.Х. Акбаева¹, Т.Р. Мурсалимова¹, Е.А. Тулегенов¹, Д.С. Южалкин²,
Е.В. Колесник²

¹ Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан

² Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия

В работе представлены результаты гидрохимического и биоиндикационного анализа озера Майбалык. Проведенные исследования позволили выявить основные закономерности между видовым разнообразием, численностью, формированием структуры планктонных организмов и влиянием гидрохимических характеристик, а также интенсивности антропогенного воздействия на водоем. Пробы для гидрохимического анализа были взяты со стороны поселка, который расположен на западной стороне озера Майбалык, и с середины озера. Для гидробиологического анализа отборы проб были проведены с помощью плавсредств и конической сети Апштейна. Использовался индекс сапробности Пантле – Букка для качественной оценки планктона, таким образом оценивались гидробиологические характеристики озера. Для определения видов планктона были сделаны фотографии с помощью программы L-micro. Для гидробионтов среда их обитания является одновременно и их внутренней средой – они получают кислород и биогенные элементы из окружающей среды. Обосновывались основные закономерности влияния гидрохимических характеристик воды в озере на численность и морфологические особенности гидробионтов. В процессе гидрохимического анализа было выявлено превышение концентрации хлоридов, сульфатов и нефтепродуктов для рыбохозяйственных водоемов. Определялись возможные причины превышения концентрации и попадания тяжелых металлов в водоем. Показана возможность использования описанных закономерностей в целях биологической индикации качества природных вод и экологического состояния водоема.

Ключевые слова: озеро Майбалык, гидрохимический анализ, фито- и зоопланктон, биоиндикация, метод Пантле – Букка.

Материалы и методы

Объект исследования: озеро Майбалык, расположенное вблизи аэропорта г.Астаны, в непосредственной южной границе города (координаты 50°59'25"N 71°30'11"E). Площадь озера составляет 2000 гектаров. Материалом для исследования послужили образцы планктона, отобранные 26 сентября 2016 года.

Исследования проводились в полевых и лабораторных условиях. Были использованы гидрохимические, гидробиологические методы и метод микроскопирования.

Для изучения химического состава воды озера были отобраны пробы общим объемом 5 л. Определялись концентрация следующих веществ: сульфаты, хлориды, нитриты, нитраты, аммонийный азот, нефтепродукты, фенол, железо, марганец, медь, цинк, никель.

Гидрохимический анализ проводился в испытательной лаборатории ТОО «Эко-Аналит».

Отбор проб для гидробиологических исследований проводился с плавсредствами (лодка, катер, бот и т. д.), пригодных для данного типа водоема и использованных для отбора проб воды на гидрохимический анализ.

Пробы воды для изучения видового состава планктона отбирались конической планктонной сетью (сеть Апштейна). Сеть состоит из капронового конуса с широким основанием, нашитой на

металлическое кольцо, в узком основании имеющая стаканчик, в котором концентрируется собираемый планктон.

Качественные ловы планктона производились с целью выявления его видового состава. Для сбора планктона через сеть Апштейна было пропущено 100 литров воды, и был получен 1 литр концентрированной пробы.

Сразу же после отбора проб осуществлялось консервирование планктонных организмов добавлением к ним фиксирующего реагента – 4%-ного водного раствора формалина. Применяемый формалин не имел осадков.

В этом исследовании концентрирование проб проводилось осадочным или «отстойным» методом. Отобранную пробу планктона отстаивали в затемненном месте 10–14 дней, после осаждения пробу концентрировали до объема 50–100 мл с помощью сифона. Процедура повторялась до достижения оптимального объема пробы.

Далее велись работы по определению видов планктона. Для этого использовались определители как советских ученых, так и современных [1–3]. Исследования по идентификации видов проводились в лаборатории прикладной экологии Евразийского Национального университета им. Л.Н. Гумилева.

Идентификация проводилась с помощью микроскопирования с использованием иммерсионного объектива 90 (2 мм) с увеличением $\times 40$ раз, а зоопланктона – $\times 10$ раз на микроскопе Olympus CX-31.

Было сделано около 400 фотографий фито- и зоопланктона для дальнейшего определения видов.

Определение фито- и зоопланктона проводилось с помощью полученных снимков в лаборатории и определителей планктона [4–5].

Фитопланктоны широко применяются в оценке экологического состояния водоемов. Для определения уровня загрязнения озера был использован метод Пантле – Букка.

Обсуждение результатов

Соленость озера Майбалык колеблется в зависимости от степени наполнения от соленого водоема (минерализация воды до 20–27 г/л) в годы обмеления до слабосоленоватого озера (минерализация воды до 1,0–1,5 г/л летом и зимой – 2,4 г/л) в годы наибольшей водности.

Химический состав воды сульфатно-хлоридный, смешанный по катионам. рН лежит в интервале 7,6–8,0. В периоды наибольшего обмеления со стороны озера ветер начинает разносить на город соленую пыль.

Почвы на прилегающей территории в основном лугово-каштановые, которые представлены карбонатными, солончачоватыми и намытыми породами. По морфологическим показателям почвы маломощные и их гумусовый горизонт (А+В) не превышает 30 см. Содержание гумуса колеблется от 5 до 7 %. Водный режим почв пульсирующий – кратковременные периоды обильного увлажнения чередуются с периодами обычного режима автоморфных почв. Грунтовые воды расположены на глубине 3–6 м. Растительность степная.

Во время отбора проб определяли прозрачность воды в озере с помощью диска Секки. Прозрачность колеблется от 0,5 м в прибрежных зонах до 1,5 м в глубоких местах озера. Это связано с тем, что озеро Майбалык относится к малым озерам, и илы со дна легко взмучиваются при ветровом перемешивании вод. В связи с развитием летом планктона и накоплением в зоне температурного скачка оседающих взвесей прозрачность воды в теплые времена года падает. Уменьшение прозрачности в придонном слое объясняется замедлением осаждения взвесей в этом слое из-за большей вязкости воды и возникновения конвективных движений у дна.

Цветность воды определяли по стандартному методу [6], сравнивая образец с дистиллированной водой. Цветность воды была оценена как «бесцветная».

Цвет воды в озере испытывает сезонные колебания и неоднороден в различных частях озера, так же, как и прозрачность. Растворенные вещества в воде, взвешенные минеральные частицы, микроорганизмы по-разному поглощают, рассеивают и отражают свет, придают воде грязноватые и мутные оттенки, а при большом количестве взвесей различного происхождения озеро принимает их цвет.

Аналитическая химия

Для определения запаха колбу с притертой пробкой заполняли на 2/3 водой и закрывали, интенсивно встряхивая, затем открывали и определяли интенсивность и характер запаха.

Характер запаха в воде исследуемого озера определён как гнилостный, т. е. естественного происхождения. Это может объясниться обилием детрита.

Интенсивность запаха оценивалась по 5-балльной шкале по ГОСТ 3351. Полученное значение – 2 балла («слабая»). Для питьевой воды допускается запах не более 2 баллов.

Результаты гидрохимического анализа воды в озере Майбалык представлены в таблице.

Концентрации веществ и ПДК для рыбохозяйственных объектов

Наименование определяемого показателя	ПДК	Фактические результаты	Единицы измерения
Сульфаты	100,0	285,6	мг/л
Хлориды	300,0	770,0	мг/л
Нитриты	0,08	0,04	мг/л
Нитраты	40,0	1,2	мг/л
Аммонийный азот	2,0	<0,075	мг/л
Нефтепродукты	0,05	0,09	мг/л
Фенол	0,001	<0,0005	мг/л
Железо общее	0,1	0,06	мг/л
Марганец	0,01	0,005	мг/л
Медь	0,001	0,0014	мг/л
Цинк	0,01	0,01	мг/л
Никель	0,01	0,0012	мг/л

В составе воды наблюдается явное доминирование хлоридов, далее по долевному участию в химическом составе воды следуют сульфаты, нитраты, нефтепродукты, аммонийный азот, железо, нитриты, цинк, марганец, медь, никель и фенол.

Проведены исследования для выявления влияния химического состава воды на планктон.

В пресных водоемах обычно преобладают сине-зеленые, зеленые, диатомовые и динофитовые водоросли. В рассматриваемом озере из диатомовых водорослей часто встречаются *Amphora ovalis* Kütz. и *Cymbella* sp, из зеленых – *Crucigenia tetrapedia*, *Spirogyra*, из сине-зеленых – *Aphanizomenon*.

В пробе озера Майбалык всего идентифицирован 31 вид фитопланктона.

Общий индекс сапробности водоема по методу Пантле и Букка найден на основании данных по видовому разнообразию, частоте встречаемости и индикаторной значимости видов водорослей и был равен 2,1, что соответствует β -мезосапробной зоне.

В пробах озера Майбалык зоопланктон представлен в высоком обилии. Идентифицированы 18 видов зоопланктона.

Общий индекс сапробности водоема по методу Р. Пантле и Г. Букк равен 1,74, что соответствует β – мезосапробной зоне сапробности водоема.

Для водных организмов среда их обитания является одновременно и их внутренней средой, они получают кислород, биогенные элементы и выделяют продукты жизнедеятельности [7].

Хлорид-ионы являются важнейшими показателями минерализации и генезиса природных вод [8]. Согласно проведенным исследованиям, содержание хлорид-иона вдвое превышает допустимую концентрацию в естественных условиях и составляет 770 мг/дм³.

Увеличение солёности воды в природных водных объектах может привести к общему снижению численности фитопланктона и зоопланктона в водоемах.

Один из видов зоопланктона, который резко реагирует на изменения окружающей среды, – это *Daphniatagna* из отдела ветвистоусые. Считается, что регулирование внутренней солёности под воздействием высоких или низких концентраций соли влечет за собой увеличение частоты дыхания *Daphniatagna*, так как осмотическое регулирование связано с повышением скорости обмена веществ. Изменение солёности водной среды оказывает значительное воздействие на *Daphniatagna*, на продолжительность жизни и скорость их роста, размер и количество потомства [9]. В озере Майбалык количество хлоридов значительно превышает ПДК, что влияет на количе-

ство и относительную встречаемость особей *Daphniamagna* (по шкале Вислоуха оценивается на 2 балла).

Хлориды являются составной частью большинства природных вод. Большое содержание хлоридов в поверхностных водах редкое явление. Поэтому обнаружение большого показателя хлоридов является показателем возможного загрязнения воды промышленными и бытовыми стоками [10].

Среди анионов довольно высокие концентрации имеют сульфат-ионы, содержание которых в воде составляет 285,6 мг/дм³. Полученные значения концентрации сульфатов превышают показатель ПДК для рыбохозяйственных водоемов в два раза.

Генезис сульфат-ионов в поверхностных водах связан с процессами химического выветривания и растворения серосодержащих минералов. Значительные их количества поступают в водоемы в процессе отмирания и окисления наземных и водных веществ растительного и животного происхождения и с подземным стоком [11]. В то же время важно отметить, что источником их присутствия в водах являются сточные воды предприятий, бытовые стоки и воды, выносимые с сельскохозяйственных угодий [12]. Указанные источники происхождения сульфат-ионов применимы к территории исследования ввиду того, что озеро Майбалык граничит с землями сельскохозяйственных предприятий и поселка.

Содержание в воде биогенных элементов, таких как нитриты и нитраты, очень низкое, что объясняется большим количеством в озере макрофитов, так как в зарастающих водоемах биогенные элементы почти полностью используются [13]. Превышение ПДК по аммонийному азоту также не наблюдается.

Концентрация биогенных веществ в воде, как правило, прямо пропорционально численности планктонных организмов. Наличие биогенных элементов, в основном, требуют диатомовые водоросли, а зелёные и сине-зелёные менее требовательны к биогенным веществам. Хотя из фитопланктона доминирующими оказываются диатомовые водоросли. Это может объясняться тем, что им свойственен низкий температурный оптимум, так как пробы были взяты осенью.

Концентрации тяжелых металлов, таких как никель, марганец, железо, значительно меньше допустимых. Но наблюдается превышение концентрации меди и цинка.

Значительное количество цинка поступает в водные объекты в результате техногенного загрязнения, применения химических средств защиты растений [14]. Наиболее чувствительным видом из фитопланктона к присутствию в воде ионов цинка и меди является *Scenedesmus* из отдела зеленых водорослей. Происходит ингибирование фотосинтеза, что снижает жизнеспособность клеток водорослей [15]. Их встречаемость в воде оценивается в 3 балла.

Установлено, что усиливается токсическое воздействия тяжелых металлов на микроводоросли в условиях засоления. Металлы в малых концентрациях (0,0001 мг/л) в присутствии солей натрия проявляют токсическое воздействие в большей степени, чем в более высоких концентрациях (1,0 мг/л) [16]. Также увеличение хлоридной и сульфатной засоленности воды способствует усилению токсического действия тяжелых металлов в концентрациях выше ПДК [17].

По содержанию нефтепродуктов также наблюдается превышение ПДК (см. таблицу).

Чувствительность фитопланктона к растворенным нефтепродуктам зависит от вида. По данным [18], у большинства видов клеточное деление или отсутствует, или замедляется при концентрации нефтепродуктов 0,1 мг/л. В озере Майбалык концентрация нефтепродуктов составляет 0,09 мг/л, что может оказывать негативное влияние.

По данным [19], при концентрации растворенных нефтепродуктов равной ПДК и 10 ПДК, у зеленых водорослей *Chlorella* и *Scenedesmus* наблюдается стимулирование фотосинтетической активности, которая достигает максимума, а далее наступает угнетение [20]. При концентрации 500 ПДК водоросли полностью погибают. Относительная встречаемость этих видов в озере составляет, соответственно, 2 и 3.

С эвтрофикацией в биоценозах появляются или значительно увеличивают свою численность такие виды как *Daphniagaleata*, *Daphnia cuculata*, *Ceriodaphnia*, *Leptodora*, *Chydorus*, *Leydigia*, из которых в исследуемой воде присутствуют *Ceriodaphnia* и *Chydorus* (их встречаемость оценивается в 3).

Выводы

1. При гидрохимическом анализе воды наблюдается превышение ПДК для рыбохозяйственных водоемов у сульфатов, хлоридов, нефтепродуктов, а также таких тяжелых металлов как медь и цинк.
2. По гидробиологической оценке качества по формуле Пантле – Букка вода в озере Майбалык относится к β -мезосапробному типу, что характеризуется как «умеренно загрязненная».
3. Превышение концентрации веществ влияет на видовой состав и встречаемость планктонных организмов и может привести к снижению численности фито- и зоопланктона.

Литература

1. Диатомовый анализ. Определитель ископаемых и современных диатомовых водорослей: книга 2 / под общ. ред. А.Н. Криштофовича. – Л.: Геолиздат, 1949. – 342 с.
2. Определитель низших растений. Водоросли: учебное пособие / под общ. ред. Л.И. Курсанова. – М.: Советская наука, 1953. – Т. 1. – 396 с.
3. Федоров, В.Д. О методах изучения фитопланктона и его активности: учебное пособие / В.Д. Федоров. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1979. – 168 с.
4. Алексеева, В.Р. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России: книга: Т. 2. / В.Р. Алексеева, С.Я. Цалолихина. – М.-СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2016. – 457 с.
5. Кутикова, Л.А. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР (планктон и бентос): книга / Л.А. Кутикова, Я.И. Старобогатов. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1977. – 512 с.
6. Международный стандарт ИСО 7887 – 2011.
7. Филенко, О.Ф. Основы водной токсикологии: учебное пособие / О.Ф. Филенко, И.В. Михеева. – М.: Колос, 2007. – 144 с.
8. Никандров А.М. Гидрохимия: учебное пособие / А.М. Никандров, Е.В. Посохов. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 232 с.
9. Casey R. Final report: Effects of water temperature and treated pulp mill effluent on survival and growth of *Daphnia magna* (Cladocera: Daphnidae) and *Taenionema* (Plecoptera: Taeniopterygidae) / R. Casey, G. Scrimgeour, S. Kendall // Alberta Environment Sustainable Forest Management Research Program. – 2000. – P. 90.
10. Романова, С.М. Бессточные водоемы Казахстана: учебное пособие / С.М. Романова. – Алматы: Изд-во Казахский университет, 2008. – 440 с.
11. Шишкина, Л.А. Гидрохимия: учебное пособие / Л.А. Шишкина. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 288 с.
12. Шаймарданов, М.З. Автоматизированные системы и технологии сбора, обработки и накопления данных гидрометеорологических наблюдений: книга / М.З. Шаймарданов, В.В. Пуголовкин. – СПб.: Гидрометеиздат, 2002. – 229 с.
13. Беккер, А.А. Охрана и контроль загрязнения природной среды: учебное пособие / А.А. Беккер, Т.Б. Агаев. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 287 с.
14. Прохорова, Н.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях в условиях техногенеза / Н.В. Прохорова, Н.М. Матвеев // Вестник СамГУ. – 1996. – С. 125–147.
15. Бабкина, С.С. Определение и прогнозирование содержания в природной воде ионов тяжелых металлов на примере меди, цинка, железа и марганца / С.С. Бабкина, А.Г. Горюнова, А.Р. Гатаулина, Н.А. Улахович // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. – 2013. – Т. 155, кн. 1. – С. 87–94.
16. Белоногова, Ю.В. Экологические последствия влияния тяжелых металлов на гидробионтов: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Ю.В. Белоногова. – Волгоград, 1999. – 126 с.
17. Шилова, Н.А. Влияние тяжелых металлов на представителей пресноводного фито- и зоопланктона в условиях засоления: дис. ... канд. биол. наук / Н.А. Шилова – Саратов, 2014. – 133 с.
18. Богдановский, Г.А. Химическая экология: учебное пособие / Г.А. Богдановский. – М.: Изд-во МГУ, 1994. – 237 с.

19. Ткаченко, В.Н. Влияние растворенных нефтепродуктов на морские и пресноводные одноклеточные водоросли / В.Н. Ткаченко, Л.Е. Айвазова // Труды Всесоюзного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии, 1974. – Т. С. – С. 68–73.

20. Фролова, Л.А. Проблемы и перспективы использования *CLADOCERA (BRANCHIOPODA, CRUSTACEA)* донных отложений озер в палеолимнологии / Л.А. Фролова, Л.И. Гафиатуллина // Геленджик. Труды XV Всероссийского микропалеонтологического совещания «Современная микропалеонтология». – 2012. – С. 505–508.

Акбаева Ляйля Хамидуллаевна – кандидат биологических наук, доцент кафедры «Управление и инжиниринг в сфере охраны окружающей среды», Евразийский Национальный университет имени Л.Н. Гумилева. 010000, г. Астана, Алматинский район, ул. Мунайтпасова, 5. E-mail: akbaeva659@mail.ru

Мурсалимова Тогжан Рашитовна – магистрант кафедры «Управление и инжиниринг в сфере охраны окружающей среды», Евразийский Национальный университет имени Л.Н. Гумилева. 010000, г. Астана, Алматинский район, ул. Мунайтпасова, 5. E-mail: mursalimova_95@mail.ru

Тулегенов Елдаулет Аскарбекович – докторант кафедры «Управление и инжиниринг в сфере охраны окружающей среды», Евразийский Национальный университет имени Л.Н. Гумилева. 010000, г. Астана, Алматинский район, ул. Мунайтпасова 5. E-mail: erdaulet_kz@mail.ru

Южалкин Данил Сергеевич – магистрант, Южно-Уральский государственный университет. 454080, г. Челябинск, проспект Ленина, 76. E-mail: danili-yc@gmail.com

Колесник Елизавета Вячеславовна – студент, Южно-Уральский государственный университет. 454080, г. Челябинск, проспект Ленина, 76. E-mail: elizabethkolesnik@yandex.ru

Поступила в редакцию 28 мая 2018 г.

DOI: 10.14529/chem180302

HYDROCHEMICAL CHARACTERISTICS AND SPECIES COMPOSITION OF PLANKTON IN THE LAKE MAYBALYK IN THE VICINITY OF ASTANA CITY, REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

*L.Kh. Akbayeva*¹, akbaeva659@mail.ru

*M.R. Mursalimova*¹, mursalimova_95@mail.ru

*E.A. Tulegenov*¹, er-daulet_kz@mail.ru

*D.S. Yuzhalkin*², daniliyc@gmail.com

*E.V. Kolesnik*², elizabethkolesnik@yandex.ru

¹ L.N. Gumilev Eurasian National University, Astana, Republic of Kazakhstan

² South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

The study describes the result of hydrochemical and bioindicational analysis of the lake Maybalyk. The investigations revealed the main patterns which regulate the influence of hydrochemical characteristics and intensity of anthropogenic impact on the species diversity, abundance, and formation of the structure of plankton organisms. The samples for hydrochemical analysis were taken at the side of housing development on the lake Maybalyk west side and at the center of the lake. The sampling for hydrobiological analysis was carried out with the use of watercraft and cone-shaped nets. The Pantle-Buck saprobity index was used for qualitative estimation of plankton, thus the hydrobiological characteristics of the lake

were estimated. The L-micro program was used for photographing in order to determine the plankton species. For aquatic organisms their external and internal environments are the same, they get oxygen and biogenic elements from their environment. Therefore their count is directly proportional to the environment composition. The main influence patterns of hydrochemical characteristics of the lake water upon the abundance and morphology of aquatic organisms have been validated. In the process of hydrochemical analysis it has been shown that concentration of chlorides, sulfates and oil products exceeds the norm for fishery waters. The possible causes for exceeding concentration and ingress of heavy metals into the lake have been determined. A possibility to use the established patterns has been shown for bioindication of natural water quality and ecological state of a water body.

Keywords: the lake Maybalyk, hydrochemical analysis, phytoplankton, zooplankton, bioindication, Pantle – Buck technique.

References

1. Krishtofovich A.N. (Ed.) *Diatomovyy analiz. Opredelitel iskopayemykh i sovremennykh diatomovykh vodorosley. Kniga 2* [Diatomovy Analysis. Determinant of Minerals and Modern Diatomovy Seaweed. Book 2]. Leningrad, Gidrometeoizdat., 1949. 342 p.
2. Kursanov L.I. (Ed) *Opredelitel nizshikh rasteniy. Vodorosli* [Determinant of the Lowest Plants. Seaweed]. Moscow, Sovetskaya nauka., 1953, vol. 1, 396 p.
3. Fedorov V.D. *O metodakh izucheniya fitoplanktona i ego aktivnosti* [About Methods of Studying of Phytoplankton and its Activity]. Moscow, Moscow Univ. Publ., 1979. 168 p.
4. Alekseyeva V.R., Tsalolikhina S.Ya. *Opredelitel zooplanktona i zoobentosa presnykh vod Evropeyskoy Rossii* [Determinant of Zooplankton and Zoobenthos of Fresh Waters of the European Russia]. St. Petersburg, Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK., 2016. 457 p.
5. Kutikova L.A., Starobogatov Ya.I. *Opredelitel presnovodnykh bespozvonochnykh Evropeyskoy chasti SSSR (plankton i bentos)* [Determinant of Freshwater Invertebrates of the European Part of the USSR (Plankton and Benthos)]. Leningrad, Gidrometeoizdat., 1977. 512 p.
6. Mezhdunarodnyy standart ISO 7887–2011. [ISO 7887–2011 international standard.].
7. Filenko O.F., Mikheyeva I.V. *Osnovy vodnoy toksikologii Uchebnoye posobiye* [Fundamentals of Water Toxicology]. Moscow, Kolos., 2007. 144 p.
8. Nikandrov A.M., Posokhov E.V. *Gidrokhiymiya* [Hydrochemistry]. Leningrad, Gidrometeoizdat., 1985. 232 p.
9. Casey R., Scrimgeour G., Kendall S. [Final Report: Effects of Water Temperature and Treated Pulp Mill Effluent on Survival and Growth of *Daphnia magna* (Cladocera: Daphnidae) and *Taenionema* (Plecoptera Taeniopterygidae)]. [Alberta Environment Sustainable Forest Management Research Program], 2000, 90 p.
10. Romanova S.M. *Besstochnyye vodoyemy Kazakhstana. Uchebnoye posobiye* [Drainless Reservoirs of Kazakhstan]. Almaty, 2008. 440 p.
11. Shishkina L.A. *Gidrokhiymiya* [Hydrochemistry]. Leningrad, Gidrometeoizdat., 1974. 288 p.
12. Shaymardanov M.Z., Pugolovkin V.V. *Avtomatizirovannaya sistema i tekhnologii sbora, obrabotki i nakopleniya dannykh gidrometeorologicheskikh nablyudenii* [Automated Systems and Technologies of Collecting, Processing and Accumulation of Data Hydrometeorological Observation]. St. Petersburg, Gidrometeoizdat, 2002. 229 p.
13. Bekker A.A., Agayev T.B. *Okhrana i kontrol zagryazneniya prirodnoy sredy* [Protection and Control of Pollution of the Environment]. Leningrad, Gidrometeoizdat., 1989. 287 p.
14. Prokhorova N.V., Matveyev N.M. [Heavy Metals in Soils and Plants in the Conditions of a Tekhnogenez]. *Vestnik of Samara State University*, 1996, pp. 125–147. (in Russ.)
15. Babkina S.S., Goryunova A.G., Gataulina A.R., Ulakhovich N.A. [Definition and Forecasting of Content in Natural Water of Ions of Heavy Metals on the Example of Copper, Zinc, Iron and Manganese]. *Uchenye zapiski Kazanskogo Universiteta Seriya estestvennykh nauk* [Scientific Notes of the Kazan University. Series of Natural Sciences], 2013, vol. 155, pp. 87–94. (in Russ.)
16. Belonogova Yu.V. *Ekologicheskiye posledstviya vliyaniya tyazhelykh metallov na gidrobiontov*. Avtoref. kand. diss. [Ecological Consequences of Influence of Heavy Metals on Hydrobionts. Abstract of kand. diss.]. Volgograd, 1999. 126 p.

17. Shilova N.A. *Vliyaniye tyazhelykh metallov na predstaviteley presnovodnogo fito- i zooplanktona v usloviyakh zasoleniya*. Dis. kand. biolog. nauk [Influence of Heavy Metals on Representatives Freshwater Phyto - and Zooplankton in the Conditions of Salinization. Cand. sci. diss.]. Saratov, 133 p.

18. Bogdanovskiy G.A. *Khimicheskaya ekologiya*. [Chemical Ecology]. Moscow, MSU Publ., 1994. 237 p.

19. Tkachenko V.N., Ayvazova L.E. [Influence of the Dissolved Oil Products on Sea and Freshwater Monocelled Seaweed]. *Trudy Vsesoyuznogo nauchno-issledovatel'skogo instituta morskogo rybnogo khozyaystva i okeanografii. Tom C.* [Works of All-Union Research Institute of Sea Fishery and Oceanography. Tom C.], 1974, pp. 68–73. (in Russ.).

20. Frolova L.A., Gafiatullina L.I. [Problems and the Prospects of Use of CLADOCERA (BRANCHI-OPODA, CRUSTACEA) of Ground Deposits of Lakes in a Paleolimnologia]. *Trudy XV Vserossiyskogo mikropaleontologicheskogo soveshchaniya «Sovremennaya mikropaleontologiya»* [Works XV of the All-Russian Micropaleontologic Meeting "Modern Micropaleontology"]. Gelendzhik, 2012, pp. 505–508. (in Russ.)

Received 28 May 2018

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Гидрохимические характеристики и видовой состав планктона в озере Майбалык вблизи города Астана, Республика Казахстан / Л.Х. Акбаева, Т.Р. Мурсалимова, Е.А. Тулегенов и др. // Вестник ЮУрГУ. Серия «Химия». – 2018. – Т. 10, № 3. – С. 16–23. DOI: 10.14529/chem180302

FOR CITATION

Akbayeva L.Kh, Mursalimova M.R., Tulegenov E.A., Yuzhalkin D.S., Kolesnik E.V. Hydrochemical Characteristics and Species Composition of Plankton in the Lake Maybalyk in the Vicinity of Astana City, Republic of Kazakhstan. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Chemistry*. 2018, vol. 10, no. 3, pp. 16–23. (in Russ.). DOI: 10.14529/chem180302