

**Евсеева Анна Александровна**

заведующая комплексной  
рыбохозяйственной лабораторией

**Нигметжанов Саян Байжанулы**

старший лаборант

Алтайский филиал ТОО «Казахский научно-  
исследовательский институт рыбного хозяйства»  
г. Усть-Каменогорск, Республика Казахстан

**ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ  
УСТЬ-КАМЕНОГОРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА  
ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ЗООПЛАНКТОНА В 2016 ГОДУ**

**Аннотация:** в статье приведены результаты биоиндикации качества воды Усть-Каменогорского водохранилища по показателям зоопланктона. В итоге авторы приходят к заключению о том, что в 2016 г. качество воды Усть-Каменогорского водохранилища по показателям зоопланктона оценено II классом – чистая.

**Ключевые слова:** зоопланктон, водохранилище, индекс сапробности.

Основная проблема Усть-Каменогорского водохранилища, как и всех водохранилищ, – проблема рационального использования его водных ресурсов. Ее решение возможно при планомерном комплексном мониторинге, позволяющем охарактеризовать складывающуюся в водоеме экологическую ситуацию. Сообщество зоопланктона в структуре и функционировании водных экосистем, в том числе водохранилищ, занимает важное место. Общепризнанна роль зоопланктона в процессах самоочищения вод. Его используют в качестве индикатора при биологическом анализе качества воды.

Материал по результатам исследований зоопланктона Усть-Каменогорского водохранилища, опубликованный ранее [2–4] можно рассматривать как одно из основных звеньев, используемых при описании и прогнозировании современного состояния водоема.

Цель данной работы – оценка экологического состояния Усть-Каменогорского водохранилища по показателям зоопланктона в 2016 году.

Усть-Каменогорское водохранилище создано в 1952 г. в целях развития энергетики, водного транспорта и водоснабжения. Расположено в Восточно-Казахстанской области. Занимает межгорную долину каньонного типа протяженностью 71 км, площадью 37 км<sup>2</sup>, объемом 0,65 км<sup>3</sup>. Ширина водоема 400–750 м, наибольшая ширина 1200 м. Водохранилище глубоководное, средняя глубина при полном проектном наполнении составляет 17 м. Глубины в продольном направлении затопленного русла нарастают от 6 м в зоне подпора до 46 м у плотины. Усть-Каменогорское водохранилище характеризуется проточностью с крайне неустойчивым обменом водных масс: 27–41 раз в год (в среднем, 23 раза). Регулирование стока водохранилища недельно-суточное. Особенности водоема – значительный водообмен, холодноводность, почти полное отсутствие литорали [7].

По морфометрическим, гидрологическим и температурным характеристикам водоем условно разграничивается на три отличающиеся между собой части: верхнюю – от зоны подпора Бухтарминской ГЭС (БГЭС) до Пионерского мостика (железнодорожный мост через водохранилище); среднюю – от Пионерского мостика до залива Масьяновского; приплотинную (нижнюю) – от залива Масьяновский до плотины УК ГЭС. Верхняя часть вблизи плотины БГЭС и г. Серебрянска характеризуется наличием небольшого течения, малыми глубинами и самой низкой температурой воды. На биотопы и биоценозы средней части вблизи п. Огневка значительное влияние оказывает добыча полиметаллических руд на Огневском руднике.

*Материал и методика.* Исследования зоопланктона Усть-Каменогорского водохранилища проводили в июне-сентябре 2016 г. Всего за период исследований обследовано 7 станций (19 створов), отобрано и обработано 37 количественных проб зоопланктона. Отбор и обработку проб зооплаткона проводили по стандартным методикам [1; 5; 6; 8–10].

*Таксономический состав.* В 2016 г. в составе зоопланктона Усть-Каменогорского водохранилища было обнаружено 19 таксонов, из них: коловратки Rotifera – 11 видов (*Lecane luna* (Muller), *Trichocera pusilla* (Lauterborn), *Brachionus calyciflorus* Pallas, *Bipalpus hudsoni* (Imhof), *Filinia longiseta* (Ehrenberg), *Polyarthra dolichoptera* Idelson, *Asplanchna priodonta* Gosse, *Keratella cochlearis* (Gosse), *Keratella quadrata* (Muller), *Kellicottia longispina* (Kellicott), *Synchaeta pectinata* Ehrenberg), веслоногие раки *Copepoda* – 2 (*Cyclops vicinus* (Uljanine), *Mesocyclops leuckarti* (Claus)), ветвистоусые раки *Cladocera* – 6 (*Diaphanosoma brachyurum* (Lievin), *Bosmina longirostris* (Muller), *Daphnia longispina* (Muller), *Daphnia cucullata* (Sars), *Leptodora kindti* (Focke), *Chydorus sphaericus* (Muller)). Наиболее часто встречались из коловраток *Polyartha dolichoptera*, *Asplanchna priodonta*, *Kellicottia longispina*; из копепод – *Mesocyclops leuckarti*; из кладоцер – *Diaphanosoma brachyurum*, *Daphnia cucullata*, *Bosmina longirostris*.

*Количественные показатели.* В среднем в 2016 г. значения биомассы зоопланктона составили 150 мг/м<sup>3</sup>, класс продуктивности: самый низкий, тип водоема по шкале трофности [5]: ультраолиготрофный тип (таблица 1). Доминирующей группой по численности и биомассе являлись веслоногие раки. Максимальные значения численности и биомассы были отмечены в сентябре месяце. Более подробно динамика количественных показателей зоопланктона Усть-Каменогорского водохранилища в июне-сентябре 2016 г. представлена в работе [4].

Таблица 1

Средние значения численности (Ч, тыс. экз./м<sup>3</sup>) и биомассы (Б, мг/м<sup>3</sup>) зоопланктона Усть-Каменогорского водохранилища в июне-сентябре 2016 г.

Группы зоопланктеров	Июнь 2016 г.		Июль 2016 г.		Август 2016 г.		Сентябрь 2016 г.		Среднее	
	Ч	Б	Ч	Б	Ч	Б	Ч	Б	Ч	Б
Rotifera	2,5	10,7	0,6	1,3	0,4	0,6	5,5	42	2,3	13,7
Copepoda	3,6	34,8	6,0	62,7	4,3	49,1	19,3	194	8,3	85,2
Cladocera	1,7	56,2	1,3	38,1	0,6	10,2	2,2	103	1,5	51,9
Всего	7,8	101,7	7,8	102,1	5,3	59,9	27,1	338,6	12	150,6

*Оценка качества водоема.* Значения индекса сапробности варьировали в пределах 2 класса качества. Воды на всех исследуемых станциях соответствовали категории «чистые». Исключение составили «Серебрянск 1» и «Серебрянск 1а» в июне месяце, когда значения индекса сапробности составили 1,53–1,54 – III класс качества, умеренное загрязнение (таблица 2).

По «Комплексной экологической классификации качества поверхностных вод суши по О.П. Оксюк и В.Н. Жукинскому» [6] акватория Усть-каменогорского водохранилища относится к олигосапробной зоне, а-олигосапробный разряд.

Таблица 2

Значения индекса сапробности Усть-Каменогорского водохранилища в 2016 г.

Станция отбора проб	Индекс сапробности				
	июнь	июль	август	сентябрь	среднее
Серебрянск 1, П	1,54	1,40	1,42	1,43	1,45
Серебрянск 1а, Л	1,53	1,48	1,40	1,43	1,46
Серебрянск 1в	1,49	1,42	1,39	–	1,43
Огневка 4, П	1,44	1,46	1,32	1,35	1,41
Огневка 4а, Л	1,44	1,46	1,34	1,38	1,41
Огневка 4в	1,43	1,46	1,36	–	1,42
Аблакетка 8а, П	1,26	1,47	1,33	–	1,35
Аблакетка 8б, Л	1,49	1,45	1,26	–	1,40
Аблакетка 8в	1,40	1,29	1,49	–	1,39
Таловка, П	–	–	–	1,38	1,38
Таловка, Л	–	–	–	1,17	1,17
Гусельничиха П	–	–	–	1,32	1,32
Гусельничиха Л	–	–	–	1,32	1,32
Феклистовка П	–	–	–	1,26	1,26
Феклистовка Л	–	–	–	1,26	1,26
<i>Среднее по в-щу</i>	<i>1,45</i>	<i>1,43</i>	<i>1,37</i>	<i>1,33</i>	<i>1,37</i>
<i>Класс качества</i>	<i>II</i>				
<i>Характеристика</i>	<i>воды чистые</i>				

Динамику таксономического обилия зоопланктона по станциям выражает индекс видового разнообразия Шеннона-Уивера, отражающий количество информации, приходящейся на одну особь. Он был предложен для оценки структурированности биоценозов как степень упорядоченности (информированности)

системы. Обычно негативное антропогенное воздействие приводит к уменьшению количества видов в сообществах (за счет исчезновения стенобионтов) и нарушает выравненность значений их популяционной плотности. Поэтому значение индекса Шеннона в условиях загрязнения, как правило, закономерно уменьшается. Так, в загрязненных водах индекс Шеннона менее 1,00, в очень грязных – менее 0,5, в чистых – от 2,00 до 3,00, в очень чистых – более 3,00 [10].

Значения индекса видового разнообразия Шеннона-Уивера, рассчитанного по численности зоопланктона варьировали в широком диапазоне от 1,62 до 2,71. Наиболее структурированные гидробиоценозы были отмечены в литоральной зоне в июне на станции «Огневка». Среднее значение индекса Шеннона-Уивера составило 2,37, что соответствует категории «воды чистые» (таблица 3).

Таблица 3

## Индекс видового разнообразия Шеннона-Уивера (бит/экз.)

Усть-Каменогорского водохранилища, рассчитанный по численности

Станция отбора проб	Индекс видового разнообразия Шеннона-Уивера				
	июнь	июль	август	сентябрь	среднее
Серебрянск 1, П	1,62	2,15	2,20	2,49	2,12
Серебрянск 1а, Л	2,19	2,20	2,15	2,64	2,30
Серебрянск 1в	2,40	2,03	1,81	–	2,08
Огневка 4, П	2,59	2,14	2,32	2,50	2,39
Огневка 4а, Л	2,71	2,52	1,84	2,23	2,33
Огневка 4в	2,40	2,30	2,12	–	2,27
Аблакетка 8а, П	2,61	2,36	2,42	–	2,46
Аблакетка 8б, Л	2,50	2,62	2,06	–	2,39
Аблакетка 8в	2,64	2,58	2,27	–	2,50
Таловка, П	–	–	–	2,52	2,52
Таловка, Л	–	–	–	1,99	1,99
Гусельничиха, П	–	–	–	2,65	2,65
Гусельничиха, Л	–	–	–	2,62	2,62
Феклистовка, П	–	–	–	2,42	2,42
Феклистовка, Л	–	–	–	2,46	2,46
<i>Среднее по в-щу</i>	2,41	2,32	2,13	2,45	2,37
<i>Класс качества</i>	2				
<i>Характеристика</i>	<i>воды чистые</i>				
Примечание: П – пелагиаль, Л – литораль					

Индекс видового разнообразия Шеннона-Уивера, рассчитанный по биомассе более полно, относительно численности, отражает функциональную роль ценоза в экосистеме. Однако полученные значения, по сравнению со значениями рассчитанными по численности – ниже и по шкале ранжирования по классам качества соответствуют 3 классу – воды умерено загрязненные (таблица 4). Низкие величины в ряде случаев в большей степени связаны с доминированием младших возрастных стадий веслоногих ракообразных. В целом средние величины индекса Шеннона Усть-Каменогорского водохранилища не отражают степень нарушения сообщества.

Таблица 5

### Индекс видового разнообразия Шеннона-Уивера (бит/экз.)

#### Усть-Каменогорского водохранилища, рассчитанный по биомассе

Станция отбора проб	Индекс видового разнообразия Шеннона-Уивера				
	июнь	июль	август	сентябрь	среднее
Серебрянск 1, П	2,25	1,74	1,38	2,24	1,90
Серебрянск 1а, Л	1,11	1,54	1,40	2,20	1,56
Серебрянск 1в	1,10	1,27	1,06	–	1,14
Огневка 4, П	1,98	1,61	2,09	2,30	2,00
Огневка 4а, Л	2,15	1,99	1,56	2,03	1,93
Огневка 4в	1,50	1,74	1,39	–	1,54
Аблакетка 8а, П	2,35	2,20	2,40	–	2,32
Аблакетка 8б, Л	2,08	2,20	1,28	–	1,85
Аблакетка 8в	1,93	1,02	2,02	–	1,66
Таловка, П	–	–	–	1,99	1,99
Таловка, Л	–	–	–	1,60	1,60
Гусельничиха П	–	–	–	2,19	2,19
Гусельничиха Л	–	–	–	2,21	2,21
Феклистовка П	–	–	–	2,43	2,43
Феклистовка Л	–	–	–	1,71	1,71
Среднее по в-щу	1,82	1,70	1,62	2,09	1,87
Класс качества	3			2	3
Характеристика	воды умеренно-загрязненные			воды чистые	воды умеренно-загрязненные
Примечание: П – пелагиаль, Л – литораль					

В целом, в 2016 г. качество воды Усть-Каменогорского водохранилища по показателям зоопланктона оценено II классом – чистая.

### ***Список литературы***

1. Балушкина Е.В. Зависимость между массой и длиной тела у планктонных животных / Е.В. Балушкина, Г.Г. Винберг // Общие основы изучения водных экосистем. – Л.: Наука, 1979. – С. 169–172.
2. Евсеева А.А. Зоопланктон Усть-Каменогорского водохранилища // Вестник КазНУ Серия экологическая. – Алматы: КазНУ, 2012. – №1 (33). – С. 165–168.
3. Евсеева А.А. Оценка экологического состояния Усть-Каменогорского водохранилища по показателям зоопланктона // Гидрометеорология и экология. – Алматы, 2010. – №4 (59). – С. 141–148.
4. Евсеева А.А. Зоопланктон Усть-Каменогорского водохранилища: таксономический состав и количественные показатели / А.А. Евсеева, С.Б. Нигметжанов // Региональный компонент в системе экологического образования и просвещения – 2017: Сборник материалов юбилейной XVI региональной педагогической естественно-научной конференции. – Усть-Каменогорск, 2017. – С. 163–168.
5. Китаев С.П. О соотношении некоторых трофических уровней и «шкалах трофности» озер разных природных зон // Тез. докл. V съезда ВГБО. Ч. II. – Куйбышев, 1986. – С. 254–255.
6. Оксюк О.П. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши / О.П. Оксюк, В.Н. Жукинский, Л.П. Брагинский, П.Н. Линник, М.И. Кузьменко, В.Г. Кленус // Гидробиол. журн. – 1993. – Т. 29. – №4. – С. 62–71.
7. Отчет о научно-исследовательской работе «Экологический мониторинг, разработка путей сохранения биоразнообразия и устойчивого использования ресурсов рыбопромысловых водоемов трансграничных бассейнов. Раздел: Верхне-Иртышский бассейн (заключительный) 03.03.03. Н3», №ГР (РК) 0101РК00134.

8. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / Под ред. В.А. Абакумова. – СПб.: Гидрометеоиздат, 1992. – 318 с.
9. Шарапова Л.И. Методическое пособие при гидробиологических рыбохозяйственных исследованиях водоемов Казахстана (планктон, зообентос) / Л.И. Шарапова, А.П. Фаломеева. – Алматы, 2006. – 27 с.
10. Шуйский В.Ф. Биоиндикация качества водной среды, состояния пресноводных экосистем и их антропогенных изменений / В.Ф. Шуйский, Т.В. Максимова, Д.С. Петров // Сборник научн. Докл. VII междунар. Конф «Экология и развитие Северо-Запада России» (С.-Петербург, 2–7 авг. 2002 г.). – СПб.: МАНЭБ, 2002. – С. 110–129.