

Н. Г. ШЕВЕЛЕВА¹, М. В. ПАСТУХОВ^{2,3}, Е. П. ЗАЙЦЕВА¹, В. И. ПОЛЕТАЕВА^{2,3}

¹ Лимнологический институт СО РАН, 664033, Иркутск, ул. Улан-Баторская, 3, Россия, shevn@lin.irk.ru, e_zayaz@mail.ru

² Институт геохимии СО РАН, 664033, Иркутск, ул. Фаворского, 1а, Россия, mpast@igc.irk.ru

³ Иркутский научный центр СО РАН, 664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 134, Россия, alieva@igc.irk.ru

СООБЩЕСТВО ЗООПЛАНКТОНА ВЕРХНЕГО УЧАСТКА БОГУЧАНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В ПЕРИОД ЕГО ЗАПОЛНЕНИЯ

Представлены материалы первых лет (2013–2015) формирования структуры и доминантного комплекса зоопланктона верхнего участка Богучанского водохранилища. Исследования проведены на шести станциях нижнего течения Ангары протяженностью 130 км (вниз по реке от плотины Усть-Илимской ГЭС). В замыкающем каскад Ангарских ГЭС Богучанском водохранилище состав и структура зоопланктона находятся под влиянием Иркутского, Братского и Усть-Илимского водохранилищ и имеют большое сходство фауны коловраток и ракообразных с вышерасположенными водоемами. На верхнем участке исследуемого водоема обнаружены байкальские эндемики *Epischura baikalensis*, виды рода *Notholca* и *Euchlanis ligulata* — доминанты Иркутского водохранилища. В начальный период заполнения водохранилища разнообразие зоопланктона по годам практически не менялось, составляя 28–30 видов. Основу численности и биомассы зоопланктона определяют массовые ракообразные Братского (Cyclops kolensis, Daphnia galeata, Diaphanosoma brachyurum) и обитатели глубоководных горизонтов приплотинной части Усть-Илимского (Cyclops abyssorum, Daphnia cristata, Daphnia longiremis, Heterocope appendiculata) водохранилищ. По мере заполнения водохранилища снижались скорости течения, увеличивались глубины и температура воды, что создало благоприятные условия для лимнофауны верхнего участка. Так, на третьем году заполнения (2015), когда уровень воды в водохранилище достиг проектной отметки (208 м БСВ), на станции Едарма, расположенной в 100 км ниже плотины Усть-Илимской ГЭС, численность и биомасса зоопланктона уже достигали 57,6 тыс. экз/м³ и 1050 мг/м³, что значительно выше по сравнению с данными 2014 г. (13 тыс. экз/м³ и 165 мг/м³ соответственно).

Ключевые слова: Богучанское водохранилище, период заполнения, верхний участок, формирование, сообщество зоопланктона.

N. G. SHEVELEVA¹, M. V. PASTUKHOV^{2,3}, E. P. ZAITSEVA¹, AND V. I. POLETAEVA^{2,3}

¹ Limnological Institute SB RAS, 664033, Irkutsk, Ulan-Batorskaya str., 3, Russia, shevn@lin.irk.ru, e_zayaz@mail.ru

² A. P. Vinogradov Institute of Geochemistry SB RAS, 664033, Irkutsk, Favorskogo str., 1a, Russia, mpast@igc.irk.ru

³ Irkutsk Scientific Center SB RAS, 664033, Irkutsk, Lermontova str., 134, Russia, alieva@igc.irk.ru

ZOOPLANKTON COMMUNITY OF THE UPPER PART OF BOGUCHANY RESERVOIR DURING THE FILLING PERIOD

This study presents the data on first years (2013–2015) of the Boguchany reservoir structural formation, along with evolution of the dominant zooplankton community in its the upper portion. The study has been conducted at six stations located on the 130 km stretch in the lower reaches of the Angara River (downstream from the Ust-Ilimsk Dam). Given that both the composition and structure of zooplankton in Boguchany Reservoir, which closes the Angara cascade of hydropower stations (Dams), experience the influences from the Irkutsk, Bratsk and Ust-Ilimsk Reservoirs they appear in many ways similar to the fauna of rotifers and crustacea from these reservoirs located in the upstream part. Baikal Lake endemic *Epischura baikalensis*, and dominant species of the Irkutsk Reservoir from *Notholca* and *Euchlanis ligulata* genera have been detected in the upper portion of the studied reservoir. During first years of reservoir filling, the zooplankton diversity didn't change, amounting to 28–30 species. Its biomass and quantity is determined by the mass crustaceans typical for the Bratsk Reservoir: *Cyclops kolensis*, *Daphnia galeata*, *Diaphanosoma brachyurum*, and inhabitants of deep-water layers near the dam of the Ust-Ilimsk Reservoir: *Cyclops abyssorum*, *Daphnia cristata*, *Daphnia longiremis*, *Heterocope appendiculata*. As the Boguchany reservoir was filling with water, the river flow rates slowed down, and the temperature water decreased, while the depth of water increased, which created favor-

able environmental conditions for the limnofauna in the upper portion of the reservoir. For instance, in the third year (2015) of reservoir filling, when the reservoir water level reached the projected mark (208 m Baltic System), the quantity and biomass of the zooplankton had reached 57 600 specimen/m³ and 1050 mg/m³, respectively, on the Edarma station located 100 km below the Ust-Ilimsk Dam, which is significantly higher than the levels observed in 2014 (13 000 specimen/m³ and 165 mg/m³ respectively).

Keywords: Boguchany Reservoir, filling period, upper part of reservoir, formation, zooplankton community.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из наиболее заметных техногенных преобразований окружающей среды является создание искусственных водохранилищ, приводящее к смене видового разнообразия и количественных характеристик всех гидробионтов водоема. При зарегулировании реки на формирование биологических сообществ влияет множество факторов, к основным из которых относятся изменение уровня воды, уменьшение скоростей течения и температурный режим водоема [1–3].

Богучанское водохранилище (БГВ) на р. Ангаре — самый молодой из крупных водоемов России. В первые годы его формирования произошли существенные изменения гидрологического и гидрохимического режимов, что не могло не сказаться на состоянии гидробионтов водоема.

Цель настоящей работы — изучение динамики качественного и количественного состава зоопланктона зоны переменного подпора БГВ в годы его заполнения (2013–2015).

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

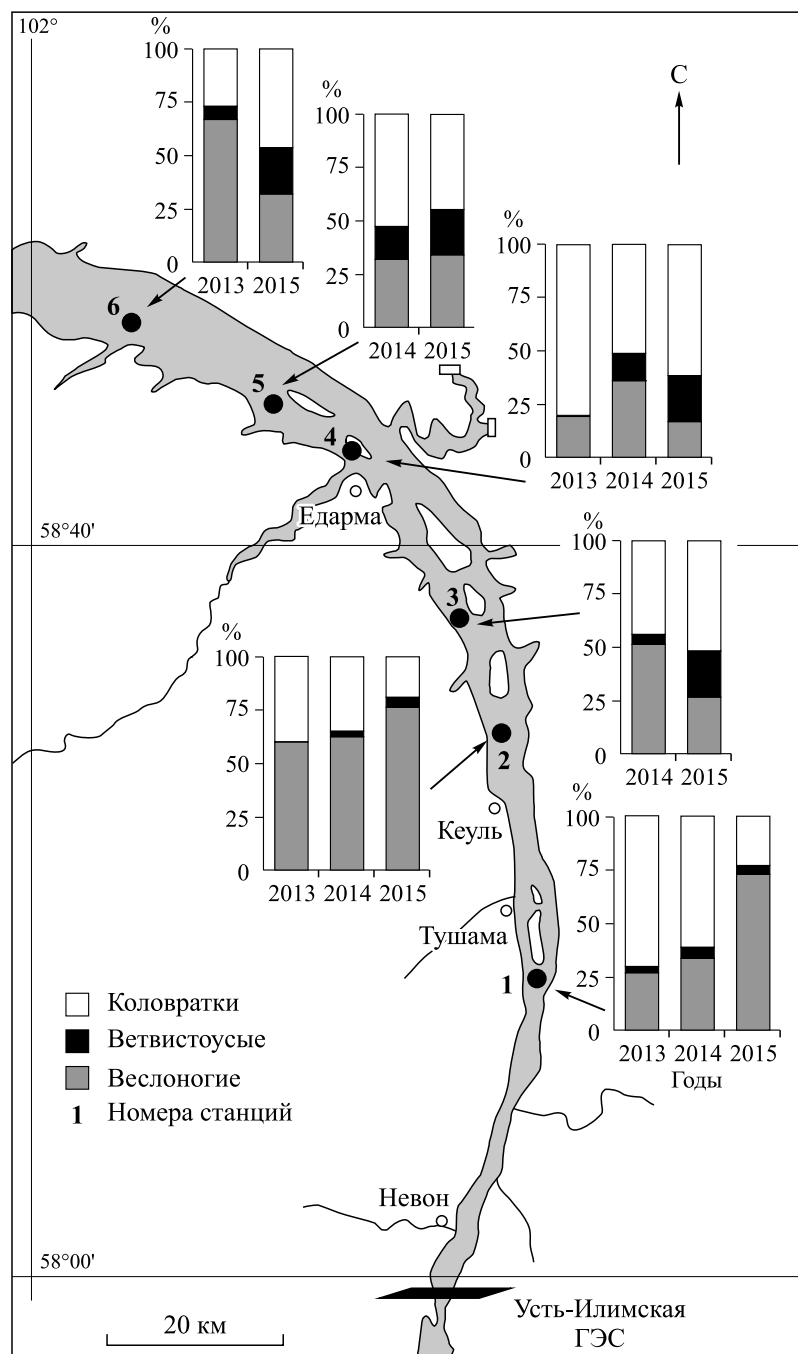
Заполнение БГВ, четвертого в каскаде Ангарских ГЭС, началось осенью 2012 г. Проектная площадь БГВ составляет 2326 км², длина — 375 км. На конец 2013 г. уровень воды в водохранилище составил 192,78 м БСВ (Байкальской системы высот), в декабре 2014 г. — 204,97 м БСВ [4], в мае 2015 г. достиг проектной отметки в 208 м БСВ. В настоящее время подпор от плотины Богучанской ГЭС распространяется до створа Усть-Илимской ГЭС.

Пробы зоопланктона отбирали в августе 2013–2015 гг. на шести станциях верхнего участка БГВ в период его заполнения (см. рисунок). На первой станции (33 км ниже плотины Усть-Илимской ГЭС) отбор проб осуществлялся фильтрованием 200 л воды через сачок, размер ячеей 100 мкм, на пяти следующих станциях — планктонной сетью Джеди (диаметр входного отверстия 37,5 см, размер ячеей 100 мкм), при этом процеживался весь горизонт воды от поверхности до дна. С целью оценки влияния вышерасположенного водохранилища на фауну планктона верхнего участка БГВ нами использовались пробы приплотинной части верхнего бьефа Усть-Илимского водохранилища с горизонтов 25–50 и 50–95 м, т. е. слои воды, поступающие в нижний бьеф. Отбор проб зоопланктона в верхнем и нижнем бьефах плотины Усть-Илимской ГЭС проводился синхронно в августе 2014 г. Для сравнительной характеристики приведены данные по зоопланктону исследуемого участка р. Ангары до ее зарегулирования (июль 2002 г.). Для подсчета биомассы зоопланктона брали индивидуальные веса коловраток и ракообразных, используемые ранее для Братского водохранилища [5].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Видовой состав зоопланктона р. Ангары ниже плотины Усть-Илимской ГЭС как до создания БГВ [6], так и в первые годы его заполнения не претерпел существенных изменений. Разнообразие зоопланктона по годам на верхнем участке БГВ практически не менялось, составляя 28–30 видов. Исследования в приплотинной части Усть-Илимского водохранилища показали, что в горизонтах 25–50 и 50–95 м обитают главным образом холодолюбивые коловратки и ракообразные. Как правило, это криофильные виды: *Cyclops abyssorum*, *C. kolensis*, *Daphnia longiremis*, *D. cristata*. Этот же состав зоопланктона отмечен и в верхнем участке БГВ, представляющем собой сток из вышележащего водоема. Таким образом, зоопланктон верхнего участка БГВ, так же как Братского и Усть-Илимского водохранилищ [7, 8], имеет большое сходство видового состава и доминирующего комплекса с расположенными выше водохранилищами. Такая же закономерность отмечается и в каскаде водохранилищ Волги [1, 2, 9, 10].

Необходимо отметить присутствие в БГВ единичных экземпляров половозрелых особей *Epischura baicalensis*, натурализацию которой мы предполагали ранее [6]. Коловратки были отмечены небольшим числом видов, это в основном панцирные *Kellicottia longispina*, *Keratella quadrata*, *K. cochlearis*. Из рода



Соотношение численности основных групп зоопланктона на шести станциях верхнего участка Богучанского водохранилища в 2013–2015 гг.

Notholca в период исследований обнаружены *N. acuminata* и *N. labis*. Как до заполнения водохранилища (2002 г.), так и в настоящее время в водоеме присутствуют виды рода *Euchlanis*, в том числе эндемика Байкала *E. ligulata*.

В р. Ангаре до заполнения БГВ зоопланктонный комплекс лимнофильных ракообразных и коловраток, вынесенных из вышележащего Усть-Илимского водохранилища, отмечен только на первой станции. Основу количественных показателей составляла популяция *C. kolensis* (32 %), *Eudiaptomus graciloides* и *D. cristata* (7 и 9 % соответственно). На станции 2 (60 км ниже плотины Усть-Илимской ГЭС) количественные показатели зоопланктона были незначительно больше, чем на расположенном

выше участке водохранилища (см. таблицу). Численность здесь составляли фитофильные коловратки родов *Lecane* и *Euchlanis*, а биомассу также определяли фитофильные бентосные ветвистоусые *Eurycercus lamellatus*, виды рода *Alona*. Вниз по реке в связи с большими скоростями течения общая численность зоопланктона уменьшается, особенно в группе планктонных ракообразных, в потамопланктоне остаются единичные экземпляры циклопа, численность определяют коловратки.

В первый (2013) год заполнения БГВ на его верхнем участке сообщество зоопланктона определяла популяция *C. kolensis* (26 % численности и 70 % биомассы), в основном науплиальные и младшие копеподитные стадии. Состав коловраток включал 10 видов, среди них доминировала только планктонная *K. longispina* (17 % от общей численности). Наибольшая численность была у фитофильно-бентосной коловратки *Lecane bulla* (40 % общей численности). Лимнофильный комплекс водохранилища-донора был представлен половозрелыми особями и молодью *C. abyssorum*, *D. longiremis*, *D. galeata*, *Bosmina crassicornis*. Биомасса зоопланктона на исследованных станциях была ничтожна (см. таблицу), в связи с тем, что фауна планктона представлена в основном науплиальными стадиями циклопа и мелкими коловратками.

Исследования, проведенные на втором году заполнения БГВ, показали, что подпор воды достиг 50 км ниже плотины Усть-Илимской ГЭС. Как и в 2013 г., на первой и второй станциях выраженным доминантом в сообществе зоопланктона являлся *C. kolensis* (29 и 60 % от общей численности). Популяция этого вида также составляла высокую долю в общей численности в глубинных горизонтах верхнего бьефа Усть-Илимского водохранилища: в горизонте 25–50 м — 54 %, а в придонном (50–95 м) — 85 %. При общей численности зоопланктона в этих горизонтах 5,6 и 12,8 тыс. экз/м³ соответственно. Ниже по течению в результате подпора воды уменьшаются скорости течения, увеличиваются глубины, достигая 10 м и более, вода в поверхностном слое прогревается до 18 °С (против 7 °С на станции 1). Таким образом, создаются благоприятные условия для распространения и интенсивного развития озерного планктона. Если на вышерасположенных станциях планктонные ветвистоусые (*D. galeata*, *D. longiremis*, *B. crassicornis*) обнаружены в единичных экземплярах, то начиная со станции 4, количество дафний составляет не менее 12 % от общей численности (см. рисунок). В связи с этим на станциях 4 и 5 за счет лимнофильных ракообразных отмечалось резкое увеличение биомассы зоопланктона (см. таблицу). На долю дафний приходилось 50 и 75 % общей биомассы зоопланктона соответственно.

На третьем году заполнения БГВ подпор достиг плотины Усть-Илимской ГЭС, в то же время относительно большие скорости течения еще отмечались на станциях 1 и 2. Как и в предыдущие годы исследований, на этих станциях по количественным показателям доминировала популяция циклопа — до 74 % численности и 62 % биомассы. Начиная со станции 4, лидирующая роль в количественных показателях в сообществе зоопланктона переходит к тонким фильтраторам — коловраткам и ветвистоусым (см. рисунок). Структурообразующее ядро составляют *K. cochlearis*, *K. longispina*, *D. galeata*, *D. longiremis*, *Diaphanosoma brachyurum*. Вспышка численности мелких коловраток вызывала увеличение численности хищников, в том числе коловратки *A. priodonta*, количество которой на этой станции составляло 12 % от общей численности зоопланктона. Отмеченные в единичных экземплярах фильтратор *D. brachyurum* и хищники *Heteroscope appendiculata* и *Leptodora kindtii* увеличивают свою численность от станции 3 к 6. Начиная со станции 3 и ниже, биомасса зоопланктона в 2015 г. значительно увеличилась, достигая максимальных величин (1,7 г/м³) на пятой станции (см. таблицу).

Динамика численности и биомассы зоопланктона на станциях верхнего участка Богучанского водохранилища в августе 2013–2015 гг.

Номер станции	2002 г.*		2013 г.		2014 г.		2015 г.	
	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>
1	2,13	17,0	15,24	28,0	2,37	28,5	4,85	25,0
2	3,0	35,0	0,48	5,0	3,78	10,4	6,59	50,0
3	—	—	—	—	9,46	24,4	6,95	160,0
4	0,47	3,0	0,41	1,0	13,58	165,0	57,6	1046,0
5	—	—	—	—	56,51	843,0	90,7	1750,0
6	0,42	3,0	2,54	13,0	—	—	43,7	1082,0

Примечание. *N* — численность, тыс. экз/м³; *B* — биомасса, мг/м³.

* Данные количественных показателей зоопланктона до заполнения водохранилища.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, зоопланктон верхнего участка Богучанского водохранилища, последнего в каскаде Ангарских ГЭС, сходен по разнообразию фауны коловраток, ракообразных и комплекса доминантов с вышерасположенным Усть-Илимским водохранилищем. Видовое богатство зоопланктона верхней части БГВ будут представлять и байкальские эндемики, поступающие транзитом из Иркутского и Братского водохранилищ. Значительную роль в структурообразующем комплексе БГВ играет сток лимнофилов из Усть-Илимского водохранилища, и процесс становления доминантного ядра, вероятно, будет коротким. На фоне относительно стабильного видового состава в нижней части верхнего участка произойдет перестройка структурообразующего комплекса. Лидирующее положение ядра зоопланктона наряду с *C. kolensis* займут ветвистоусые: *D. galeata*, *D. cristata*, *D. longiremis*, *D. brachyurum*, *B. crassicornis*, *L. kindtii*. В связи с этим в последующие годы количественные показатели зоопланктона в летний период могут достигать 2–2,5 г/м³. Так, по нашим данным, в 2016 г. на станции 4 биомасса зоопланктона уже была около 2 г/м³, что свидетельствует о значительных трофических ресурсах верхнего участка водохранилища и создает благоприятные условия для вселения рыб-планктофагов.

Работа выполнена в рамках Интеграционной программы ИИЦ СО РАН «Фундаментальные исследования и прорывные технологии как основа опережающего развития Байкальского региона и его межрегиональных связей».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авакян А. Б., Литвинов А. С., Ривьер И. К. Опыт 60-летней эксплуатации Рыбинского водохранилища // Вод. ресурсы. — 2002. — Т. 29, № 1. — С. 5–16.
2. Ривьер И. К. Зоопланктон // Современная экологическая ситуация в Рыбинском и Горьковском водохранилищах: состояние биологических сообществ и перспективы рыборазведения. — Ярославль, 2000. — С. 168–194.
3. Wildi W. Environmental hazards of dams and reservoirs // NEAR curriculum in Natural Environ. Sci., Terre & Environ. — 2010. — Vol. 88. — P. 199–204.
4. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2014 году». — Иркутск: Форвард, 2015. — 328 с.
5. Шевелева Н. Г., Поповская Г. И., Пастухов М. В., Алиева В. И. Оценка современного состояния зоопланктона заливов Братского водохранилища // Бюл. МОИП. Отд. биол. — 2012. — Т. 117, вып. 4. — С. 37–47.
6. Шевелева Н. Г., Воробьева С. С. Состояние и развитие фито- и зоопланктона нижнего участка Ангары, прогноз формирования планктона в Богучанском водохранилище // Журн. Сиб. федерал. ун-та. Биология. — 2009. — № 3. — С. 313–326.
7. Кожова О. М., Путяткина Т. Н., Томилов А. А., Ербаева Э. А. Гидробиологический режим Ангаро-Енисейских водохранилищ // Методические аспекты прогнозирования природных явлений Сибири. — Новосибирск: Наука, 1980. — С. 13–23.
8. Башарова Н. И., Шевелева Н. Г. Основные особенности формирования зоопланктона Ангаро-Енисейских водохранилищ // Гидробиол. журн. — 1993. — Т. 29, № 1. — С. 9–15.
9. Экологические проблемы Верхней Волги / Под ред. А. И. Копылова. — Ярославль: Изд-во Ярослав. гос. техн. ун-та, 2001. — 427 с.
10. Пидгайко М. Л. Биологическая продуктивность водохранилищ Волжского каскада // Водохранилища Волжско-Камского каскада и их рыбохозяйственное значение. Изв. ГосНИОРХ. — 1978. — Т. 138. — С. 45–58.

Поступила в редакцию 17 октября 2016 г.