

## ФОРМИРОВАНИЕ ЗООПЛАНКТОНА БОГУЧАНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В ПЕРИОД ЕГО ЗАПОЛНЕНИЯ

Н. Г. Шевелева

*Лимнологический институт СО РАН*

*664033 Иркутск, Улан-Баторская, 3, e-mail: shvn@lin.irk.ru*

Поступила в редакцию 22.09.2020

Впервые представлены материалы пространственного распределения качественных и количественных показателей зоопланктона в первый год достижения НПУ Богучанского водохранилища. Показана динамика формирования сообщества зоопланктона Верхнего участка водохранилища в период его заполнения (2013–2015 гг.). В замыкающем каскад Ангарских ГЭС Богучанском водохранилище состав и структура зоопланктона находится под влиянием Иркутского, Братского и Усть-Илимского водохранилищ и имеет большое сходство фауны ракообразных и коловраток с вышерасположенными искусственными водоемами. В период исследований (2013–2017 гг.) фауна планктона включала 84 вида, из 49 родов и 23 семейств. Горизонтальное распределение количественных показателей по акватории водохранилища имело мозаичный характер. Относительная и абсолютная доля коловраток в составе зоопланктона уменьшалась от Верхнего участка к Нижнему, а доминирование ракообразных носило противоположный характер. Вследствие этого максимальная численность ( $129 \pm 97.8$  тыс. экз./м<sup>3</sup>) зоопланктона зафиксирована на Верхнем участке, а биомасса ( $2080 \pm 676$  мг/м<sup>3</sup>) – на Нижнем. Полученные уникальные данные по составу, структуре и количественному развитию зоопланктона Богучанского водохранилища в период его формирования и заполнения важны при дальнейшем мониторинге за его состоянием, в том числе для оценки кормовой базы рыб-планктофагов и молоди рыб.

*Ключевые слова:* зоопланктон, Богучанское водохранилище, р. Ангара, видовой состав, горизонтальное распределение, численность, биомасса.

DOI: 10.47021/0320-3557-2021-25-40

### ВВЕДЕНИЕ

Строительство каскада ГЭС на крупных реках Сибири является источником дешевой электроэнергии, которая обеспечивает развитие территориальных производственных комплексов Восточной Сибири, широко используется в масштабе Единой энергетической системы страны. Создание искусственных водоемов, какими являются водохранилища, влечет за собой существенные перестройки их гидрологического, физико-химического и гидробиологического режимов. Также это приводит к глобальным последствиям, выражающимся в изменении природы окружающих территорий, климата, социально-экономической деятельно-

сти человека [Водохранилища..., 1986 (Vodochranilisha ..., 1986)]. Река Ангара – мощная водоносная артерия Сибири, важнейший источник питьевого и промышленного водоснабжения. Зарегулирование Ангары началось в 1956 г. с момента заполнения Иркутского водохранилища. Богучанская ГЭС является четвертой в ангарском каскаде после Иркутской, Братской и Усть-Илимской. Сведения о зоопланктоне Богучанского водохранилища очень скудны, имеется лишь публикация о фауне планктона первых годов (2013–2015 гг.) заполнения Верхнего участка водохранилища [Шевелева и др., 2016 (Sheveleva et al., 2016)].

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

**Район исследования.** Створ плотины Богучанской ГЭС расположен к северо-востоку от г. Красноярска, в 445 км от устья р. Ангары и в 380 км ниже створа Усть-Илимской ГЭС. Только около 100 км водохранилища находится в Иркутской области [Понкратов, 2014 (Ponkratov, 2014)]. Строительство гидроузла начатое в 1980 г., было остановлено в 1987 г. и только в 2006 г. работы по возведению плотины ГЭС были возобновлены, осенью 2001 г. началось заполнения водохранилища. В 2012 г., в результате сооружения плотины ГЭС в нижнем течении Ангары, в районе с. Кодинская Заимка (выше устья р. Чадобец), образовалось Богучанское водохранилище,

четвертое в Ангарском каскаде. В мае 2015 г. Богучанское водохранилище было заполнено до проектной отметки 208 м. Площадь зеркала водохранилища 2326 км<sup>2</sup>, объем 58.2 км<sup>3</sup>, протяженность 375 км, максимальная ширина – 15 км, минимальная в сужениях до 1.2 км [Андрияс и др., 2011 (Andriajs et al., 2011)]. Максимальная глубина в водохранилище (приплотинный участок) 75 м, водообмен два раза в год. Подпор от плотины Богучанской ГЭС распространяется до створа Усть-Илимской ГЭС. Богучанское водохранилище относится к водохранилищам долинного типа равнинных и предгорных областей. По конфигурации этот водоем, как и другие водохранилища ангар-

ского каскада, является линейно-вытянутым, сложным, с чередованием сужений и озеровидных расширений.

По морфологическим и гидрологическим признакам Богучанское водохранилище делится на три участка (рис. 1).

**Верхний участок.** Протяженность около 100 км, простирается от Усть-Илимской ГЭС до устья р. Едарма и находится в пределах Иркутской области. Водоохранилище на этом участке сохраняет конфигурацию р. Ангары.

**Средний участок.** Протяженность около 263 км от устья р. Едарма до устья р. Кода, состоит из ряда расширений: Кежемское, Недоуринское, Болтуриновское и Проспихинское до 13 (14) км шириной, соединяющихся между собой более узкими участками.

**Нижний (приплотинный) участок.** Длина его составляет около 10 км. Это наиболее глубоководный участок водохранилища (наибольшая глубина 75 м), береговая линия слабо изрезана и лишь по затопленной долине р. Кода образуется залив длиной 47 км.

Гидрологический, гидрохимический и гидробиологический режимы Богучанского водохранилища находятся в большой зависимости от выше расположенных водохранилищ Ангарского каскада; Иркутского, Братского и Усть-Илимского.

Химический состав вод Богучанского водохранилища в значительной степени определяется поступлением вод из Усть-Илимского водохранилища. Вода Богучанского водохранилища гидрокарбонатного класса, группы кальция. Сумма ионов в воде изменялась в пределах 135–154 мг/дм<sup>3</sup>. Минерализация в среднем составляла 147 мг/дм<sup>3</sup>. Концентрация растворенного кислорода была благоприятна для гидробионтов. Насыщение кислородом поверхностных слоев достигало 129%, минимальные значения отмечены в приплотинной части у дна. Воды водохранилища слабо щелочные, величина pH изменялась от 7.31 до 8.79 летом и 7.37–7.87 зимой [Поletaeva и др., 2016; (Poletaeva et al., 2016); Поletaeva и др., 2018 (Poletaeva et al., 2018); Сороковикова и др., 2018 (Sorokovikova et al., 2018)].

**Сбор и обработка материала.** В работе использованы материалы по зоопланктону, собранные в июне, июле, октябре 2016 г. и марте 2017 г. в приплотинной части верхнего бьефа водохранилища (разрез XX). Пробы взяты в центре створа по горизонтам 0–5 м, 5–10 м, 10–15 м, 15–25 м, 25–50 м и в 50–70 м от левого и правого берегов тотально 0–20 м. Большая часть проб взята из толщи воды, из-за

большого количества затопленных деревьев и кустарников не было возможности взять пробы с придонного горизонта или вблизи берега.

На всей акватории водохранилища пробы собирали в июле–августе ниже плотины Усть-Илимской ГЭС до плотины Богучанской ГЭС на 20 разрезах (количество проб, привязка к местности и координаты отражены в табл. 1). Отсчет станций отбора проб ведется вниз по реке от плотины Усть-Илимской ГЭС. На всех разрезах, кроме I, пробы собраны сетью Джели с диаметром входного отверстия 37 см с конусом из мельничного газа 70 мкм. На центральной точке разреза, где глубины превышали 50 м, пробы взяты по стандартным горизонтам, и 70–100 м от левого и правого берегов. На разрезе I проба взята путем фильтрации 200 л воды через сачок Апштейна.

Для анализа формирования зоопланктона Богучанского водохранилища включены данные за 2013–2015 гг. (период заполнения водохранилища) и 2016 г. (первый год эксплуатации водохранилища в проектных режимах) на верхнем участке от плотины Усть-Илимской ГЭС протяженностью не многим более 100 км. Данные по зоопланктону рассмотрены согласно выделенным участкам (Верхний, Средний, Нижний). Пробы фиксировали 40%-ным формалином. Камеральную обработку проб проводили по общепринятой в гидробиологии методике [Методические рекомендации, 1984 (Metodicheskiye rekomendatsii, 1984)]. Для видовой идентификации коловраток и ракообразных использовали определители [Кутикова, 1970 (Kutikova, 1970); Kiefer, 1978; Segers, 1995; Einsle, 1996; Определитель..., 2010 (Opredelitel', 2010)]. Номенклатура коловраток приведена в соответствии с [Маркевич, 1990 (Markevich, 1990)]. Для подсчета биомассы зоопланктона использовали индивидуальные веса ракообразных и коловраток, которые использовали исследователи [Шульга, 1973 (Shulga, 1973); Башарова, 1978 (Basharova, 1978); Бакина, 1987 (Bakina, 1987); Башарова, Шевелева, 1995 (Basharova, Sheveleva, 1995); Шевелева, Пастухов, 2009 (Sheveleva, Pastukhov, 2009)] в работах по Иркутскому, Братскому и Усть-Илимскому водохранилищам. Численность копепоид оценивали с учетом копепоидитных стадий и науплиусов, которых относили к определенному виду в соответствии с обилием половозрелых рачков. Доминантами считались виды с относительным обилием > 5% численности коловраток и ракообразных [Лазарева, 2010 (Lazareva, 2010)].



**Рис. 1.** Карта-схема Богучанского водохранилища. I – Верхний участок; II – Средний участок; III – Нижний участок.

**Fig.1.** Schematic map of the Boguchansky reservoir. I – Upper section; II – Middle section; III – Lower section.

**Таблица 1.** Место сбора зоопланктона, количество собранных проб, поверхностная температура воды в период исследования июль–август 2016 г.

**Table1.** Zooplankton collection site, number of samples collected, surface water temperature during the study period July–August 2016

N станции No. stations	Координаты Coordinates	Привязка к местности Snap to terrain	Темп. воды, °С (поверхностный горизонт) Pacc. water, °C (surface horizon)	Кол-во проб number of samples
Верхний участок водохранилища Upper section of the reservoir				
I	N57°59'04 E102°41'58	1.5 км ниже плотины У-И ГЭС	5.4	3
II	N58°08'37 E102°48'06	10 км ниже плотины	5.4	3
III	N58°04'14 E102°45'04	13 км ниже плотины	5.2	6
IV	N58°19'43 E102°49'51	Напротив д. Тушама	8.5	3
V	N58°29'39 E102°47'	8 км выше д. Кеуль	9.8	3

№ стан- ции No. stations	Координаты Coordinates	Привязка к местности Snap to terrain	Темп. воды, °С (поверхностный горизонт) Pace. water, °С (surface horizon)	Кол-во проб number of samples
Средний участок водохранилища Middle section of the reservoir				
VI	N58°40'04 E102°40'19	10 км выше д. Едарма	18.9	8
VII	N58°45'41 E102°34'40	Напротив д. Едарма	19.1	7
VIII	N58°48'38 E102°25'35	10 км ниже д. Едарма	19.1	3
IX	N58°55'45 E102°12'19	р. Кежда	20.7	4
X	N58°45'39 E100°53'11	пос. Кутарей	21	7
XI		Заливчик ниже Кута- рея	22	2
XII		Большой залив ниже Кутарея	23	3
XIII		Залив выше р. Недо- кура	22	2
XIV	N58°41'39 E100°32'55	Ниже р. Недокура	20.1	8
XV	N58°14'22 E100°26'39	Залив р. Ковы	19.8	3
XVI		Устье р. Ковы	20	2
XVII		Напротив р. Ковы	20	7
Нижний участок водохранилища Lower section of the reservoir				
XVIII	N58°21'58 E99°59'06	Пос. Балгурино	19.5	7
XIX	N58°29'21 E99°44'40	р. Рожково	20.4	4
XX *	N58°42'33 E99°09'	500 м выше плотины Богучанской ГЭС	22.0	31
Итого				116

**Примечание.** XX\* – количество проб приплотинной части верхнего бьефа за май, июль, август, октябрь (2016 г.) и март (2017 г.).

**Note.** XX\* – is the number of samples of the upstream near the dam for May, July, August, October (2016) and March (2017).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

**Таксономический состав коловраток и ракообразных.** В составе зоопланктона выявлено 84 вида, из них 41 – коловраток, 28 – ветвистоусых и 15 – веслоногих (табл. 2). Все обнаруженные виды обитатели выше расположенных Усть-Илимского, Братского и Иркутского водохранилищ [Шевелева, Башарова, 1988 (Sheveleva, Basharova, 1988)]. За исключением редкой в Палеарктике бентосной хидриды *Camptocercus fennicus*, которая по данным [Котов, 2016 (Kotov, 2016)] относится к широко распространенному евроазиатскому комплексу. На территории России в Восточной Сибири этот вид найден в северо-западной части бассейна р. Анадырь [Стрелецкая, 2010 (Strelezkaia, 2010)], в Забайкалье р. Ингамакит (хр. Удокан, Каларский район) [Кривенкова и др., 2012 (Krivenkova et al., 2012)]. Найденная нами особь *Camptocercus fennicus* обитала в устье р. Кова (левый приток р. Ангары N58°14'22" и E 100°26'39").

Наибольшее число видов отмечено в группе Rotifera в родах: *Notholca* – 7, *Euchlanis* – 5 и по 4 вида – в р. *Lecane* и р. *Synchaeta*. Эн-

демичные коловратки присутствовали в родах: *Euchlanis* (*Euchlanis ligulata*) и *Notholca* (*Notholca grandis*, *N. olchonensis*, *N. lamellifera*, *N. intermedia*).

В таксономической группе Cladocera роды *Daphnia* и *Alona* содержат по четыре вида (табл. 2). Среди ракообразных на Верхнем участке водохранилища отмечена бентосная хидрида *Alona setosocaudata* – эндемик Байкала. Виды: *Daphnia longispina* и *Bosmina* (*E.*) *longispina* отмечены только в заливе Среднего участка в единичных экземплярах. Среди видов р. *Bosmina* следует отметить *Bosmina crassicornis*, этот рачок с первых лет заполнения водохранилища доминировал по численности на всех разрезах водохранилища, определяя биомассу ветвистоусых ракообразных. В Иркутском водохранилище *Bosmina crassicornis* отсутствует, в Братском появилась на 32 году, в Усть-илимском на 28 году существования водоемов [Шевелева, Пастухов, 2009 (Sheveleva, Pastukhov, 2009); Воробьева и др., 2003 (Vorob'eva et al., 2003)].

Таблица 2. Видовой состав зоопланктона Богучанского водохранилища в 2016–2017 гг.

Table 2. Species composition of zooplankton in the Boguchansk reservoir in 2016–2017

Таксон Taxon	Участки водохранилища / Reservoir sections		
	Верхний Upper	Средний Middle	Нижний Lower
ТИП Rotifera			
Класс Eurotatoria			
Отряд Saepthiramida			
Сем. Notommatidae			
<i>Cephalodella gibba</i> Ehrenberg	+	–	–
Сем. Trichocercidae			
<i>Trichocerca cylindrical</i> (Imhof)	+	–	–
Сем. Gastropodidae			
<i>Ascomorpha ecaudis</i> Perty	+	+	+
Сем. Synchaetidae			
<i>Synchaeta grandis</i> Zacharias	+	+	+
<i>S. pectinata</i> Ehrenberg*	+	+	+
<i>S. oblonga</i> Ehrenberg	+	+	+
<i>S. stylata</i> Wierzejski	+	+	+
<i>Polyarthra dolichoptera</i> Idelson*	+	+	+
<i>P. euryptera</i> Wierzejski	–	+	+
<i>P. major</i> Burchardt*	+	+	+
Отряд Saltiramida			
Сем. Asplanchnida			
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse*	+	+	+
<i>A. herricki</i> Guerne*	+	–	–
Отряд Transversiramida			
Сем. Lecanidae			
<i>Lecane bulla</i> (Gosse)*	+	+	–
<i>L. luna</i> (Müller)*	+	–	–
<i>L. lunaris</i> (Ehrenberg)*	+	–	–
<i>L. unguolata</i> (Gosse)*	+	–	–
Сем. Euchlanidae			
<i>Euchlanis lyra</i> Hudson*	+	–	–
<i>E. deflexa</i> Gosse*	+	–	–
<i>E. triquetra</i> Ehrenberg	+	+	–
<i>E. ligulata</i> Kutikova*	+	+	+
<i>E. dilatata</i> Ehrenberg*	+	+	+
Сем. Brachionidae			
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse)*	+	+	+
<i>K. cochlearis tecta</i> (Gosse)	+	+	+
<i>K. quadrata</i> (Müller)*	+	+	+
<i>Kellicottia longispina</i> (Kellicott)*	+	+	+
<i>Notholca grandis</i> Voronkov*	+	–	–
<i>N. acuminata acuminata</i> (Ehrenberg)*	+	–	–
<i>N. labis</i> Gosse*	+	–	–
<i>N. squamula</i> (Müller)*	+	–	–
<i>N. olchonensis</i> Tichonov*	+	–	–
<i>N. lamellifera</i> Vassiljeva et Kutokova*	+	–	–
<i>N. intermedia</i> Voronkov*	+	–	–
Сем. Trichotriidae			
<i>Trichotria curta</i> (Skorikov)*	+	–	–
<i>T. pocillum</i> (Müller)*	+	–	–
<i>T. truncata</i> (Whitelegge)*	+	–	–
Сем. Mytilinidae			
<i>Mytilina ventralis</i> (Ehrenberg)	–	+	–
Отряд Protomarida			
Сем. Conochilidae			
<i>Conochilus unicornis</i> Rousselet*	+	+	+
<i>C. hippocrepis</i> (Schrank)*	+	+	+
Сем Testudinella			

Таксон Taxon	Участки водохранилища / Reservoir sections		
	Верхний Upper	Средний Middle	Нижний Lower
<i>Pompholyx sulcata</i> Hudson	+	+	+
Сем. Filiniidae			
<i>Filinia terminalis</i> (Plate)	+	+	+
Сем. Hexarthriidae			
<i>Hexarthra mira</i> (Hudson)	-	+	-
Тип Arthropoda			
Класс Branchiopoda			
Н/отряд Cladocera			
Отряд Stenopoda			
Сем. Sididae			
<i>Sida crystallina</i> (Müller)	+	+	+
<i>Diaphanosoma brachiurum</i> (Lievin)	+	+	+
Отряд Anomopoda			
Сем. Daphniidae Straus			
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i> (Müller)	-	+	+
<i>Daphnia galeata</i> Sars*	+	+	+
<i>D. longispina</i> Müller	+	+	+
<i>D. cristata</i> Sars*	+	+	+
<i>D. longiremis</i> Sars*	+	+	+
<i>Simoccephalus vetulus</i> (Müller)	+	-	-
Сем. Bosminidae			
<i>Bosmina longirostris</i> s. lato (Müller)*	+	+	+
<i>B. (E.) longispina</i> Leydig	-	+	+
<i>B. (E.) cf. crassicornis</i> Lilljeborg*	+	+	+
Сем. Euryceridae			
<i>Eurycerus lamellatus</i> (Müller)	+	+	+
Сем. Chydoridae			
<i>Chydorus sphaericus</i> (Müller)*	+	+	+
<i>Disparalona rostrata</i> (Koch)*	+	-	-
<i>Alona costata</i> Sars	-	+	-
<i>A. affinis</i> (Leydig)	-	+	-
<i>A. quadrangularis</i> (Müller)*	+	+	-
<i>A. setosocaudata</i> Vasiljeva et Smirnov	+	-	-
<i>Camptocercus fennicus</i> Stenroos	-	+	-
<i>Graptoleberis testudinaria</i> (Fischer)*	+	+	-
<i>Monospilus dispar</i> Sars*	+	-	-
<i>Alonella nana</i> (Baird)	+	+	-
<i>Pleuroxus trigonellus</i> (Müller)	-	+	-
<i>P. truncatus</i> (Müller)	-	+	-
<i>Acroperus harpae</i> (Baird)	-	+	-
<i>Pseudochydorus globosus</i> (Baird)	-	+	-
Отряд Harplopoda			
Сем. Leptodoridae			
<i>Leptodora kindtii</i> (Focke)*	+	+	+
Отряд Onychopoda			
Сем. Polyphemidae			
<i>Polyphemus pediculus</i> (Linnaeus)	-	+	+
Класс Maxillopoda			
Подкласс Copepoda			
Отряд Calanoida			
Сем. Temoridae			
<i>Epischura baikalensis</i> Sars	+	-	-
<i>Heterocope appendiculata</i> Sars*	+	+	+
Сем. Diaptomidae			
<i>Eudiaptomus graciloides</i> (Lilljeborg)*	+	+	+
<i>Neurodiaptomus incongruens</i> (Poppe)	+	+	+
Отряд Cyclopoida			
Сем. Cyclopidae			
<i>Macrocyclops albidus</i> (Jurine)	+	+	+
<i>Paracyclops fimbriatus</i> (Fischer)	+	+	-

Таксон Taxon	Участки водохранилища / Reservoir sections		
	Верхний Upper	Средний Middle	Нижний Lower
<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fischer)*	+	+	+
<i>Cyclops kolensis</i> Lilljeborg*	+	+	+
<i>C. abyssorum</i> Sars*	+	+	+
<i>Cyclops vicinus</i> Ulyanin *	+	–	–
<i>Megacyclops viridis</i> (Jurine)	+	+	+
<i>Diacyclops bicuspidatus</i> (Claus)	+	–	–
<i>Mesocyclops leuckarti</i> (Claus)*	+	+	+
<i>Thermocyclops crassus</i> (Fischer) *	+	+	+
<i>Harpacticella inopinata</i> Sars*	+	–	–
Итого	72	58	43

**Примечание.** \* – виды отмеченные в Ангаре, в створе плотины Богучанской ГЭС до заполнения водохранилища.

**Note.** \* – species recorded in the Angara, in the alignment of the dam of the Boguchanskaya HPP before filling the reservoir.

В группе Cladocera на всех участках водохранилища и в его заливах зарегистрированы четыре вида дафний (*Daphnia cristata*, *D. longiremis*, *D. galeata*, *D. longispina*). Из них

только *Daphnia galeata* входила в доминантное ядро по численности и биомассе в своей группе на всех участках водохранилища (табл. 3).

**Таблица 3.** Численность (тыс. экз./м<sup>3</sup>), биомасса (мг/м<sup>3</sup>), и вклад доминантов (%) в численность сообщества зоопланктона Верхнего участка Богучанского водохранилища в период его заполнения (август 2013–2015 гг.)

**Table 3.** Abundance (thousand ind./m<sup>3</sup>), biomass (mg / m<sup>3</sup>), and contribution of dominants (%) to the abundance of the zooplankton community in the Upper section of the Boguchansk reservoir during its filling (August 2013–2015)

Показатель Index	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Численность Number	4.7±3.6	7.3±2.5	19±12.8
Биомасса Biomass	10±6.0	57±36	320±243
Rotifera (% от общей численности) Rotifera (% of the total number)	<u>3.04±2.6</u> 65	<u>3.53±1.3</u> 48	<u>10.35±8.3</u> 54
<i>Keratella cochlearis</i>	<u>0.22±0.1</u> 5	<u>1.23±0.7</u> 17	<u>3.34±1.6</u> 11
<i>K. quadrata</i>	>5	<u>0.56±0.24</u> 8	>5
<i>Lecane bulla</i>	<u>1.9±1.7</u> 44	>5	>5
<i>Kellicottia longispina</i>	<u>0.62±0.6</u> 15	<u>0.59±0.23</u> 8	>5
<i>Polyarthra dolichoptera</i>	>5	<u>0.5±0.19</u> 7	<u>1.33±0.95</u> 7
<i>Asplanchna priodonta</i>	>5	>5	<u>3.25±2.8</u> 17
Cladocera (% от общей численности) Cladocera (% of the total number)	<u>0.06±0.03</u> 1	<u>0.49±0.3</u> 7	<u>3.15±2.6</u> 17
<i>Daphnia galeata</i>	>5	>5	<u>3.21±2.8</u> 17
Сорепода (% от общей численности) Сорепода (% of the total number)	<u>1.56±0.9</u> 34	<u>3.29±1.0</u> 45	<u>5.5±2</u> 29
<i>Cyclops kolensis</i>	<u>1.48±0.95</u> 32	<u>2.78±2</u> 38	<u>4.8±1.5</u> 25
<i>Neutrodiaptomus incongruens</i>	>5	<u>0.52±0.42</u> 7	>5

**Примечание.** Над чертой – численность вида; под чертой – вклад вида в численность зоопланктона в %.

**Note.** Above the line is the number of species; below the line – the contribution of the species to the abundance of zooplankton in %.

Группу веслоногие ракообразные представляли четыре вида калянид, десять видов циклопов и один вид гарпактицид (табл. 2). Эндемик Байкала *Epishura baikalensis*, как и эндемичные коловратки и бентосная хидорида зарегистрирована только на верхнем участке водохранилища, единично. Другие три планктонных каляниды обитали по всей акватории водохранилища, при доминировании *Neutrodiaptomus incongruens*. Из циклопов в русловой части Ангары и в приплотинной части обитали *Cyclops kolensis* и *C. abyssorum*, в заливах массовыми видами были *Mesocyclops leuckarti* и *Thermocyclops crassus*.

**Количественное развитие и распределение зоопланктона по участкам открытой части водохранилища.** Видовой состав зоопланктона Верхнего участка водохранилища, который находится ниже плотины Усть-Илимской ГЭС в первые два года заполнения Богучанского водохранилища не претерпел существенных изменений. Разнообразие зоопланктона на верхнем участке водохранилища увеличивалось по мере заполнения водоема. Так, в первые годы (2013–2014 гг.) состав коловраток и ракообразных был представлен не более чем 30 видами, а в 2015 г. уже насчитывал 71 вид (табл. 2), не многим более половины 38 видов (53%) приходилась на долю коловраток. 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 в водах на 40–50 км ниже от плотины Усть-Илимской ГЭС, представляющих собой сток из вышерасположенного водоема. Таким образом, зоопланктон Верхнего участка Богучанского водохранилища ( $\leq 50$  км ниже плотины Усть-Илимской ГЭС) так же как Братского и Усть-Илимского водохранилищ [Башарова, Шевелева, 1993 (Basharova, Sheveleva, 1993)], имеет большое сходство видового состава и доминирующего комплекса видов с расположенными выше водохранилищами. Такая же закономерность отмечается и в каскаде водохранилищ Волги [Пидгайко, 1978 (Pidgaiko, 1978; Ривьер, 2000 (Rivier, 2000); Экологические..., 2001 (Ecologicheskie..., 2001); Авакян и др., 2002 (Avakjn et al., 2002)]. Необходимо отметить присутствие в верхней части водохранилища единичных экземпляров половозрелых особей *Epishura baikalensis*, натурализацию которой мы предполагали ранее [Шевелева, Воробьева, 2009

(Sheveleva, Vorob'eva, 2009)]. В первый (2013) год заполнения водохранилища сообщество зоопланктона по численности и биомассе определяла популяция *Cyclops kolensis* (30% и 70% соответственно), в планктоне в основном присутствовали науплиальные и младшие копеподитные стадии этого вида. К коловраткам относилось 10 видов, среди которых доминировала планктонная *Kellicottia longispina* (табл. 4). Наибольшая численность в этот период зарегистрирована у фитофильно-бентосной коловратки *Lecane bulla* (1.9 экз./м<sup>3</sup>). Планктонные ракообразные: *Cyclops abyssorum*, *Daphnia longiremis*, *Bosmina crassicornis* были не многочисленны. Исследования, проведенные во второй год (2014) заполнения водоема показали, что подпор воды достиг немногим более 50 км ниже плотины Усть-Илимской ГЭС. Относительная доля коловраток в общей численности зоопланктона уменьшилась с 65 до 48% соответственно. Как и в предыдущий год, доминировал *Cyclops kolensis*. Популяция этого вида также составляла высокую долю в общей численности на глубоководных горизонтах верхнего бьефа Усть-Илимского водохранилища: на горизонте 25–50 м – 54%, а в придонном (50–95 м) 85%. При общей численности зоопланктона на этих горизонтах 5.6 и 12.8 тыс. экз./м<sup>3</sup> соответственно. Ниже плотины Усть-Илимской ГЭС в результате подпора воды уменьшаются скорости течения, увеличиваются глубины, достигая 10 м и более, вода в поверхностном слое прогревается до 18°C (против 7°C на станции близ плотины Усть-Илимской ГЭС). Таким образом, создаются благоприятные условия для распространения и интенсивного развития лимнофильного планктона. Увеличивается абсолютная и относительная численность ветвистоусых (до 7% от общего зоопланктона). На долю дафний приходится до 70% биомассы зоопланктона. На третьем году (2015 г.) заполнения водохранилища подпор достиг плотины Усть-Илимской ГЭС, в то же время относительно большие скорости течения еще отмечались на расстоянии 3–5 км, где господствовали циклопы. В этот период на Верхнем участке водохранилища, лидирующая роль в сообществе зоопланктона переходит к тонким фильтраторам – коловраткам и ветвистоусым. Так, средняя численность зоопланктона верхнего участка составляла 19 тыс. экз./м<sup>3</sup>, где 54% приходилось на долю планктонных коловраток: *Keratella cochlearis* (11%), *Polyarthra dolichoptera* (7%), *Asplanchna priodonta* (17%) (табл. 4).

**Таблица 4.** Численность (N, тыс. экз./м<sup>3</sup>), биомасса (B, мг/м<sup>3</sup> и вклад доминантов (%) в численность коловраток и ракообразных Богучанского водохранилища в августе 2016 г.

**Table 4.** Abundance (N, thousand ind./m<sup>3</sup>), biomass (B, mg/m<sup>3</sup>) and contribution of dominants (%) to the abundance of rotifers and crustaceans of the Boguchansk reservoir in August 2016

Показатель Index	Участки водохранилища / Reservoir sections		
	Верхний Upper	Средний Middle	Нижний Lower
Численность (N) Number (N)	129±97.8	123±72	45.7±3.9
Биомасса (B) Biomass (B)	576±317	2080±676	1460±225
Rotifera (% общей численности зоопланктона) Rotifera (% of the total number of zooplankton)	<u>106.6±91.5</u> 82	<u>73±49</u> 65	<u>15.3±5.2</u> 34
Вклад доминантов (%) в численность коловраток Contribution of dominants (%) to the number of rotifers			
<i>Keratella cochlearis</i>	<u>44±43</u> 42	<u>37.6±29.7</u> 51	<u>2.57±1.4</u> 17
<i>K. quadrata</i>	<u>11±9.9</u> 12	<u>3.78±2.4</u> 5	>5
<i>Kellicottia longispina</i>	<u>13.6±9.1</u> 13	<u>5.84±1.4</u> 8	<u>3.38±0.81</u> 22
<i>Polyarthra dolichoptera</i>	<u>6.2±4.6</u> 6	>5	<u>1.2±0.7</u> 8
<i>Conochilus unicornis</i>	<u>6±4</u> 5	>5	>5
<i>Synchaeta stylata</i>	<u>19±19</u> 18	>5	>5
<i>Pompholux sulcata</i>	>5	>5	<u>1.8±0.45</u> 9
<i>Asplanchna priodonta</i>	>5	>5	<u>0.65±0.37</u> 6
Crustacea (% от общей численности зоопланктона) Crustacea (% of the total number of zooplankton)	<u>23.2±11.6</u> 18	<u>39.2±10.6</u> 35	<u>30±5.17</u> 66
Вклад доминантов (%) в численность ракообразных Contribution of dominants (%) to the abundance of crustaceans			
<i>Cyclops kolensis</i>	<u>18±6.8</u> 60	>5	>5
<i>Bosmina crassiccirnis</i>	<u>1.1±0.8</u> 4	<u>3.2±0.8</u> 8	<u>3.9±2.1</u> 13
<i>Daphnia galeata</i>	<u>4.2±2.3</u> 14	<u>10.3±3.1</u> 26	<u>5.84±1.04</u> 19
<i>Neurodiaptomus incongruens</i>	<u>0.83±0.5</u> 3	<u>3.89±1.54</u> 10	<u>2.18±0.46</u> 7
<i>Mesocyclops leuckarti</i> + <i>Thermocyclops crassus</i>	<u>4.5±4.4</u> 15	<u>12.7±9.4</u> 32	<u>8.72±1.2</u> 29

**Примечание.** Над чертой – численность, тыс. экз./м<sup>3</sup>; под чертой вклад (%) в численность коловраток или ракообразных.

**Note.** Above the line – abundance, thousand ind./m<sup>3</sup>; below the line is the contribution (%) to the number of rotifers or crustaceans.

На четвертом году существования водохранилища на его Верхнем участке сложились благоприятные условия для развития лимнофильного комплекса зоопланктона. Несмотря на это, еще на протяжении 50 км ниже плотины Усть-Илимской ГЭС отмечались скорости

течения не выше 0.5–0.7 м/сек. На этом участке водохранилища вода прогревалась по мере удаления от плотины. Так, на станции на 1.5 км ниже плотины она была не выше 5°C, но уже на станции 20 км выше д. Едерма (74 км ниже плотины) вода прогрелась до

19°C. Численность зоопланктона в августе на верхнем участке колебалась от 72 тыс. экз./м<sup>3</sup> (станция в 2 км ниже плотины У-Ил. ГЭС) до 420.2 тыс. экз./м<sup>3</sup> на станции на 74 км ниже плотины. На первой станции по численности доминировали циклопы, в основном науплии и младшие копепоидитные стадии (70%), на долю коловраток приходилось 27%. На станции возле д. Кеуль лидирующая роль перешла к коловраткам, они составляли 89% общей численности, среди них доминантами выступали *Keratella cochlearis* 175 тыс. экз./м<sup>3</sup>, *Synchaeta stylata* 75 тыс. экз./м<sup>3</sup>, *Keratella quadrata* и *Kellicottia longispina* по 40 тыс. экз./м<sup>3</sup>. Ветвистоусые на этом участке были представлены 10 видами, относительно большая численность зарегистрирована у видов рода *Daphnia* и *Bosmina*, при лидировании *Daphnia galeata*. Численность ветвистоусых *Leptodora kindtii*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Eurycercus lamellatus*, *Sida crystallina* была ниже 5% общей плотности. Биомасса зоопланктона на верхнем участке колебалась от 103 до 1380 мг/м<sup>3</sup>. Наибольшая биомасса отмечена при максимальной численности за счет обилия популяции *Daphnia galeata* (1000 мг/м<sup>3</sup>) и *Mesocyclops leuckarti* (124 мг/м<sup>3</sup>). Средняя численность зоопланктона на этом участке зафиксирована на уровне 129±97.8 тыс. экз./м<sup>3</sup>, при биомассе 129±97.8 мг/м<sup>3</sup> (табл. 4), при этом 82% плотности сообщества зоопланктона приходилось на долю коловраток.

**Средний участок водохранилища** самый большой по протяженности – ~260 км. Температура воды на среднем участке колебалась от 19 до 21°C в поверхностном (0–5 м) слое и снижалась до 7.5–7.8°C в придонных слоях (глубина 25–50 м). На этом участке имеются заливы, которые образовались по руслам множества рек. Один из крупных заливов это Кова по руслу одноименной реки. Наиболее разнообразный состав коловраток и ракообразных зарегистрирован в заливах, откуда они попадают в открытую часть водохранилища. Так, только в заливах водохранилища, которые образовались по руслам рек, отмечены такие ветвистоусые, как *Alonella nana*, *Pleuroxus trigonellus*, *P. truncatus*, *Pseudochydorus globosus*, *Campocercus fennicus*. Только в заливах обитали коловратки *Euchlanis triquetra*, *Mytilina ventralis*. Необходимо отметить, что в период наших исследований во всех заливах отмечали цветение фитопланктона, таких видов как *Synedra acus* и *Ceratium hirundinella*. Количественные показатели зоопланктона в заливах колебались от 32 до 44 тыс. экз./м<sup>3</sup> и 100–1400 мг/м<sup>3</sup>, хотя глуби-

ны не превышали 21 м и поверхностная температура была не ниже 20°C, снижаясь до 10–15°C в придонных горизонтах.

На среднем участке в силу множества заливов отмечено большое разнообразие ветвистоусых – 24 вида, против 19 и 14 Верхнего и Нижнего участков соответственно. Известно, что в первые годы существования водохранилищ в процессе минерализации органического вещества происходит вспышка численности бактериопланктона [Гак, 1975 (Gak, 1975); Кожова, Мамонтова, 1975 (Kozhova, Mamontova, 1975) и др.]. В это время в зоопланктоне ведущую роль играют тонкие фильтраторы и седиментаторы [Родина, 1950; Смирнов, 1973 и др. (Rodina, 1950; Smirnov, 1973; et al.)]. Так, в этот период структурообразующее звено по численности на 65% составляют тонкие фильтраторы-коловратки (*Keratella cochlearis*, *Kellicottia longispina*, *Keratella quadrata*) при лидирующей роли первого вида (табл. 4). Также, при этом необходимо отметить большое количество *Asplanchna priodonta*, которая питается как животной, так и растительной пищей. По данным авторов [Трибуш, 1960 (Tribush, 1960) Гиляров, 1977 (Giljrov; 1977); Матвеева, 1990 (; Matveeva, 1990)], этот вид отнесен к хищникам, она питается мелкими коловратками видами родов *Keratella*, *Polyarthra*. Другие авторы относят этот вид к факультативным хищникам [Монаков, 1998 (Monakov, 1998)]. В более поздней работе [Лазарева, 2004 (Lazareva, 2004)], автор исследовал желудки не фиксированной *Asplanchna priodonta*, учитывая живых инфузорий и коловраток, показал, что в Рыбинском водохранилище этот вид характеризуется смешанным питанием, в ее рационе высокая доля простейших. Нами были проанализированы фиксированные особи *Asplanchna priodonta* на сканирующем микроскопе. Анализ показал, что ротовой аппарат принадлежит *Asplanchna priodonta*, в ее желудке от 3 до 6 экз. *Keratella cochlearis*, также присутствовали клетки диатомовых водорослей. Из ветвистоусых ракообразных огромный вклад в количественные показатели на всех створах водохранилища у *Daphnia galeata*. Большой вклад в биомассу зоопланктона давала *Asplanchna priodonta*. При этом необходимо отметить, что в Богучанском водохранилище уже в первые годы его существования обитает *Asplanchna priodonta* в форме шара и эллипса. На Верхнем участке у этого вида форма преимущественно в виде шара, а на Среднем и Нижнем участках доминирует эллипсоидная форма. Так, при одинаковом диаметре шара и эллипса не более 250–300 мкм, длина эллипса колеблется от 1.25 до 1.35 мм. Эллипсоидная

форма *Asplanchna priodonta* в Братском водохранилище появилась на 34 г. его существования, также эта форма аспланхны характерна и для Усть-Илимского водохранилища [Шевелева и др., 2012 (Sheveleva et al., 2012)]. Количественные показатели зоопланктона на Среднем участке имели большой размах колебаний. Так, на разрезах, где глубины не превышали 20 м, количественные показатели достигали максимальных значений: численность колебалась от 476 до 117 тыс. экз./м<sup>3</sup>, при биомассе 1580–5000 мг/м<sup>3</sup>. На станциях с глубинами более 50 м численность в среднем для столба воды колебалась от 25.7 до 34.8 тыс. экз./м<sup>3</sup>, при биомассе от 1000 до 3000 мг/м<sup>3</sup>. Максимальная плотность фауны планктона на всех точках отмечена в горизонте 0–5 м, при температуре воды 20°C, главным образом за счет коловраток. Так, на станции р. Недокура (232 км ниже плотины Усть-Илимской ГЭС) численность зоопланктона в горизонте 0–5 м была 200 тыс. экз./м<sup>3</sup> и снижалась до 15 тыс. экз./м<sup>3</sup> в горизонте 25–50 м. При этом, в слое 0–5 м лидировали коловратки, они составляли 50% численности зоопланктона, из них численность *Asplanchna priodonta* была 57 тыс. экз./м<sup>3</sup> (29%), а в горизонте 25–50 м доминантами выступали циклопы *Cyclops kolensis* и *Cyclops abyssorum*, составляя 10.6 тыс. экз./м<sup>3</sup>.

Средняя численность и биомасса зоопланктона на Среднем участке была немногим ниже, чем на Верхнем, но биомасса в 3.6 раза больше чем на вышерасположенном участке (табл. 4).

**Нижний участок водохранилища** самый короткий по протяженности, его длина ~10 км. В составе его зоопланктона преобладают ракообразные, которые представлены 20 видами, из них 11 – ветвистоусых (*Leptodora kindtii*, *Daphnia galeata*, *D. longiremis*, *Sida crystallina*, *Bosmina crassicornis*, *B. longirostris*, *Diaphanosoma brachiurum*, *Chydorus sphaericus*, *Eurycercus lamellatus*, *Polyphemus pediculus*, *Ceriodaphnia affinis*). Также разнообразна фауна веслоногих ракообразных – 9 видов (*Cyclops kolensis*, *C. abyssorum*, *Heterocope appendiculata*, *Neurodiaptomus incongruens*, *Eudiaptomus graciloides*, *Macrocylops*

*albidus*, *Megacyclops viridis*, *Mesocyclops leuckarti*, *Thermocyclops crassus*). Коловратки уступают по разнообразию. Исследования, проведенные во все сезоны года, выявили в составе только 10 видов (табл. 2), при обилии по численности *Kellicottia longispina*, *Keratella cochlearis*, *Pompholyx sulcata*, *Polyarthra dolichoptera*, *Asplanchna priodonta*. В единичных экземплярах в планктоне отмечены *Keratella quadrata* и *Cephalodella gibba*. Основу количественных показателей определяли также ракообразные (табл. 4). Из них в структурообразующее ядро по численности входили в период открытой воды теплолюбивые циклопы *Mesocyclops leuckarti* + *Thermocyclops crassus* (29%) и диаптомус *Neurodiaptomus incongruens* (7%). Последний вид формировал и существенную часть биомассы зоопланктона. Из ветвистоусых многочисленными были *Daphnia galeata* (19%) и *Bosmina crassicornis* (13%). На Нижнем участке водохранилища наблюдается нарастание численности зоопланктона к плотине. Так, на разрезе пос. Балтурино плотность зоопланктона была 37.6, р. Рожково – 48.0 и в приплотинной части – 50.5 тыс. экз./м<sup>3</sup>. Биомасса зоопланктона колебалась от 1150 на приплотинной части до 1890 мг/м<sup>3</sup> на створе р. Рожково. На приплотинной самой глубоководной части по сравнению с двумя вышележащими участками было относительно много стенотермных ракообразных, таких как *Cyclops kolensis* (19 тыс. экз./м<sup>3</sup>), *C. abyssorum* (0.1 тыс. экз./м<sup>3</sup>), *Daphnia longiremis* (1.6 тыс. экз./м<sup>3</sup>), когда на вышележащих створах численность этих видов была на порядок ниже. В то же время на разрезах пос. Балтурино и р. Рожково, где глубины не превышали 30–40 м обильными были *Daphnia galeata* (8 тыс. экз./м<sup>3</sup>), *Asplanchna priodonta* (10–12 тыс. экз./м<sup>3</sup>), по численности *Bosmina crassicornis* (3.4 и 3.7 тыс. экз./м<sup>3</sup>) в 2.2 раза уступала в приплотинной части водохранилища. В среднем численность зоопланктона Нижнего участка была в 2.6–2.8 раза ниже Среднего и Верхнего участков, а биомасса (1460±225 мг/м<sup>3</sup>), как и следовало ожидать в 1.4 раза ниже Среднего, но в 2.5 раза выше Верхнего участков.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Зарегулирование нижнего участка Ангары и образование Богучанского водохранилища, ниже плотины Усть-Илимской ГЭС, создало благоприятные условия для развития фауны планктона в нем. Прослежено формирование зоопланктонного сообщества Верхнего участка водохранилища с первых (2013–2015) лет его заполнения. Уже в 2016 г. отмечен подпор плотины Усть-Илимской ГЭС, т.е. практически

отсутствовал речной участок с большими скоростями течения, которые губительно действовали на лимнофилов. По мере заполнения водохранилища количественные показатели зоопланктона увеличивались, так же как и возрастала доля лимнофилов в доминантном ядре. Так, численность зоопланктона от 2013 к 2016 гг. увеличивалась: 4.7±3.6; 7.3±2.5; 19±12.8 и 129±97.8 тыс. экз./м<sup>3</sup> соответственно.

Установлено, что зоопланктон Верхнего участка Богучанского водохранилища сходен по разнообразию фауны коловраток, ракообразных и комплексу доминантов с выше расположенным Усть-Илимским водохранилищем.

Значительную роль в структурирующем комплексе зоопланктона водохранилища играет сток лимнофилов-ракообразных и коловраток из вышерасположенного водохранилища и процесс становления доминантного ядра фауны планктона в Богучанском водохранилище будет коротким. В период наших исследований (2013–2017 гг.) фауна планктона включала 84 вида, из 49 родов и 23 семейств. В составе зоопланктона водохранилища отмечены байкальские эндемики (коловратки – 5 видов, ракообразные – 2 вида), поступающие сюда транзитом из Иркутского и Братского водохранилищ. Видовой состав коловраток, ракообразных и комплекс доминантов Богучанского водохранилища, которое является самым северным в каскаде Ангарских ГЭС, имеет большое сходство (85%) с Усть-Илимским водохранилищем.

Относительная и абсолютная доля коловраток в сообществе зоопланктона уменьшается от Верхнего участка к Нижнему (82, 65 и 34% соответственно), а доминирование ракообразных носит противоположный характер – от 18% на Верхнем участке до 66% на Нижнем.

Общими доминантными видами на всех участках водохранилища выступали *Keratella cochlearis* (17–51%), *Kellicottia longispina* (8–22%), *Daphnia galeata* (14–26%), *Mesocyclops leuckarti*+*Thermocyclops crassus* (15–32%). Горизонтальное распределение численности и биомассы зоопланктона по акватории водохранилища носит мозаичный характер. Наибольшие средние значения плотности фауны планктона отмечены на Верхнем участке  $129 \pm 97.8$  тыс. экз./м<sup>3</sup>, минимальные –  $45.7 \pm 3.9$  тыс. экз./м<sup>3</sup> на Нижнем участке. Средние значения биомассы зоопланктона на участках колебались от  $2080 \pm 676$  мг/м<sup>3</sup> на Среднем участке,  $1460 \pm 225$  мг/м<sup>3</sup> и  $576 \pm 317$  мг/м<sup>3</sup> на Нижнем и Верхнем соответственно.

Пространственное распределение планктонных ракообразных в Богучанском водохранилище, будет связано с распределением молоди рыб, большинство из которых питается планктоном. Наличие крупных особей пелагического комплекса копепод (*Cyclops abyssorum*, *Neurodiaptomus ingongruens*, *Eudiaptomus graciloides*, *Heterocope appendiculata*) и кладоцер (виды родов *Daphnia* и *Simocephalus*, *Polyphemus pediculus*, *Bosmina crassicornis*, *Leptodora kindtii*, *Syda crystallina*) в заливах и на мелководьях послужат ценным и предпочитаемым кормом для всей молоди рыб и рыб-планктофагов.

Работа выполнена при частичной поддержке госбюджетной темы (№ 0345-2016-009) (2017–2019).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Андрьяс А.А., Рябоконт Ю.И., Пережилин А.И. Особенности проведения работ по лесосводке и лесочистке в ложах водохранилищ, строящихся ГЭС. Реки Сибири: Материалы VI Международной научно-практической конференции. Красноярск, 22–24 марта 2011. Красноярск: КРОЭО “ПЛОТИНА”, 2011. С. 25–28.
- Авакян А.Б., Литвинов А.С., Ривьер И.К. Опыт 60-летней эксплуатации рыбинского водохранилища // Водные ресурсы, 2002. Т. 29. № 1. С. 5–16.
- Бакина М.П. Зоопланктон // Биология Усть-Илимского водохранилища. Новосибирск: Наука. 1987. С. 111–139.
- Башарова Н.И. Ракообразные пелагиали Братского водохранилища // Экологические исследования водоемов Сибири. Иркутск: Изд-во ИГУ. 1978. С. 3–32.
- Башарова Н.И., Шевелева Н.Г. Основные особенности формирования зоопланктона Ангаро-Енисейских водохранилищ // Гидробиол. журн., 1993. Т. 29, № 1. С. 9–15.
- Башарова Н.И., Шевелева Н.Г. Зоопланктон и качество воды Иркутского водохранилища // Водные ресурсы, 1995. Т. 22. № 5. С. 602–609.
- Водоохранилища и их воздействие на окружающую среду. М.: Наука. 1986. 368 с.
- Воробьева С.С., Шевелева Н.Г., Рожкова Н.А. Планктон и бентос реки Вихоревки и Усть-Вихоревского залива Усть-Илимского водохранилища // Озерные экосистемы: Биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды. Материалы II Международной научной конференции 22–26 сентября 2003 г. Минск-Нарочь. Минск. 2003. С. 413–415.
- Гак Д.З. Бактериопланктон и его роль в биологической продуктивности водохранилищ. М.: Наука. 1975. 254 с.
- Гиляров А.М. Наблюдения над составом пищи коловраток рода *Asplanchna* // Зоол. журн., 1977. Т. 56. вып. 12. С. 1874–1876.
- Кожова О.М., Мамонтова Л.М. Изменения количества бактериопланктона Братского водохранилища в период его стабилизации // Круговорот вещества и энергии в озерных водоемах. Тез. Докл. Новосибирск. 1975. С. 76–80.
- Котов А.А. Фаунистические комплексы Cladocera (Crustacea, Branchiopoda) Восточной Сибири и Дальнего востока // Зоол. Журн., 2016. Т. 95. № 7. С. 748–768.

- Кривенкова И.Ф., Шевелева Н.Г., Евстигнеева Т.Д. Зоопланктон в водотоках бассейна реки на территории хребта Удокан (Калараский район забайкальского края) // Ученые записки Заб ГПИУ. Сер. Естественные науки, 2012. № 1. С. 51–58.
- Кутикова Л.А. Коловратки фауны СССР (Rotatoria). Подкласс Eurotatoria (отряды Ploima, Monimetrochida, Paedotrochida). Ленинград: Наука, 1970. 744 с.
- Лазарева В.И. Структура и динамика зоопланктона Рыбинского водохранилища. Москва, 2010. Товарищество научных изданий КМК. 183 с.
- Лазарева В.И. Сезонный цикл развития и питание хищных коловраток рода *Asplanchna* в Рыбинском водохранилище // Биология внутренних вод, 2004. № 4. С. 59–68.
- Маркевич Г.И. Историческая реконструкция филогенеза коловраток как основа построения их макросистемы // Коловратки: Материалы Третьего Всесоюзного симпозиума по коловраткам. Л.: Наука. 1990. С. 140–156.
- Матвеева Л.К. Анализ содержимого желудков *Asplanchna priodonta* Gosse и оценка ее пресса на популяцию *Keratella cochlearis* (Gosse) озера Глубокого // Коловратки: Материалы третьего всес. Симп. Л.: Зоол. Ин-т РАН. 1990. С. 45–49.
- Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. Л.: ГОСНИОРХ, 1984. 33 с.
- Монаков А.В. Питание пресноводных беспозвоночных. М.: Ин-т популяции, экологии и эволюции РАН. 1998. 320 с.
- Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 1. Зоопланктон. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2010. 495 с.
- Пидгайко М.Л. Биологическая продуктивность водохранилищ Волжского каскада // Водохранилища Волжско-Камского каскада и их рыбохозяйственное значение. Л.: Гос. Ин-т речн. и рыб. хоз-ва. 1978. Т. 138. С. 45–82.
- Полетаева В.И., Пастухов М.В., Бычинский В.А., Долгих П.Г. Биогенные элементы и кислородный режим Богучанского водохранилища в период его заполнения // Проблемы региональной экологии. 2016. № 5. С. 64–69.
- Полетаева В.И., Пастухов М.В., Загорюлько Н.А. особенности изменения гидрохимического режима Богучанского водохранилища в период его заполнения // Метеорология и гидрология, 2018. № 7. С. 97–108.
- Понкратов С.Ф. Перспективы рыбохозяйственного использования Богучанского водохранилища // Вестник рыбохозяйственной науки, 2014. Том 1. № 3 (3). Июль. С. 29–40.
- Родина А.Г. Экспериментальное исследование питания дафний // Тр. Всесоюз. Гидробиол. об-ва АН СССР, 1950. Т. 2. С. 169–193.
- Смирнов Н.Н. Морфофункциональные типы питания ветвистоусых ракообразных (Cladocera, Crustacea) // Трофология водных животных. Итоги и задачи. М.: Наука, 1973. С. 164–169.
- Сороковикова Л.М., Онищук Н.А., Башенхаева Н.В., Сакирко М.В., Томберг И.В., Погодаева Т.В., Сезько Н.П., Маринайте И.И., Жученко Н.А. Химический состав и качество воды Богучанского водохранилища впервые годы наполнения // Международная конференция “Пресноводные экосистемы – современные вызовы”. Иркутск: ООО “Мегапринт”. 2018. С. 323–324.
- Стрелецкая Э.А. Обзор фауны коловраток (Rotatoria), ветвистоусых (Cladocera) и веслоногих ракообразных (Copepoda) бассейна реки Анадырь // Сибирский экологический журнал. 2010. № 4. С. 649–662.
- Ривьер И.К. Зоопланктон // Современная экологическая ситуация в Рыбинском и Горьковском водохранилищах: состояние биологических сообществ и перспективы рыбозаведения. Ярославль. 2000. С. 175–195.
- Трибуш Т.М. Некоторые наблюдения над коловратками семейства Asplanchnidae Рыбинского водохранилища // Бюл. Ин-та биологии водохранилищ. 1960. № 6. С. 18–19.
- Шевелева Н.Г., Башарова Н.И. Видовой и доминантный состав зоопланктона водохранилищ Ангаро-Унсейского каскада // Новое в изучении флоры и фауны Байкала и его бассейна. Иркутск: Изд-во ИГУ, 1988. С. 32–42.
- 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.
- Шевелева Н.Г., Пастухов М.В. Зоопланктон Братского водохранилища в 2006–2007 гг. // Бюл. МОИП. отд. биол. 2009. Т. 114. Вып.6. С. 9–14.
- 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.
- Шевелева Н.Г., Пастухов М.В., Зайцева Е.П., Полетаева В.И. Сообщество зоопланктона верхнего участка Богучанского водохранилища в период его заполнения // География и природные ресурсы, 2016. № 6. С. 81–85.
- Шульга Е.Л. Формирование зоопланктона Братского водохранилища: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Иркутск. 1973. 40 с.
- Экологические проблемы Верхней Волги. Ярославль: Изд-во ЯГТУ. 2001. 427 с.
- Einsle U. Copepoda: Cyclopoida. Genera Cyclops, Megacyclops, Acanthocyclops / Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World. Vol. 10. SPb.: Academic Publishing, 1996. 83 p.
- Kiefer F. Freilebende Copepoda. Zooplankton der Binnengewässer. Teil 2 // Binnengewässer. 1978. Bd. 26. Teil 2. S. 1–343.
- Segers H. Rotifera. Volume 2: The Lecanidae (Monogononta) / Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World. SPb.: Academic Publishing BV. 1995. 226 p.

## REFERENCES

- Andriyas A.A., Ryabokon' Yu.I., Perezhilin A.I. Osobennosti provedeniya rabot po lesosvodke i lesoochistke v lozhah vodohranilishch, stroyashchihsya GES [Features of work on logging and forest cleaning in the beds of reservoirs under construction of hydroelectric power plants]. *Reki Sibiri: Materialy VI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Krasnoyarsk, 22–24 marta 2011.* Krasnoyarsk, KROEO "PLOTINA", 2011, pp. 25–28. [In Russian]
- Avakyan A.B., Litvinov A.S., Riv'er I.K. Opyt 60-letnej ekspluatatsii rybinskogo vodohranilishcha [Experience of 60 years of operation of the Rybinsk reservoir]. *Vodnye resursy*, 2002, vol. 29, no. 1, pp. 5–16. [In Russian]
- Bakina M.P. Zooplankton. *Biologiya Ust'-Ilimskogo vodohranilishcha* [Biology of the Ust'-Ilimsk reservoir]. Novosibirsk, Nauka, 1987, pp. 111–139. [In Russian]
- Basharova N.I. Rakoobraznye pelagiali Bratskogo vodohranilishcha. *Ekologicheskie issledovaniya vodoemov Sibiri* [Ecological studies of water bodies of Siberia]. Irkutsk, Izd-vo IGU, 1978, pp. 3–32. [In Russian]
- Basharova N.I., Sheveleva N.G. Osnovnye osobennosti formirovaniya zooplanktona Angaro-Enisejskih vodohranilishch [The main features of the formation of zooplankton in the Angara-Yenisei reservoirs]. *Gidrobiol. zhurn.*, 1993, vol. 29, no. 1, pp. 9–15. [In Russian]
- Basharova N.I., Sheveleva N.G. Zooplankton i kachestvo vody Irkutskogo vodohranilishcha [Zooplankton and water quality of the Irkutsk reservoir]. *Vodnye resursy*, 1995, vol. 22, no. 5, pp. 602–609. [In Russian]
- Einsle U. Copepoda: Cyclopoida. Genera Cyclops, Megacyclops, Acanthocyclops. *Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World*. Vol. 10. SPb., Academic Publishing, 1996, 83 p.
- Ekologicheskie problemy Verhnej Volgi* [Ekologicheskiye problemy Verkhney Volgi]. Yaroslavl', Izdatel'stvo YaGTU, 2001. 427 s.
- Gak D.Z. *Bakterioplankton i ego rol' v biologicheskoy produktivnosti vodohranilishch* [Bacterioplankton and its role in the biological productivity of reservoirs] M., Nauka, 1975, 254 p. [In Russian]
- Gilyarov A.M. Nablyudeniya nad sostavom pishchi kolovratok roda Asplanchna [Observations on the food composition of rotifers of the genus Asplanchna]. *Zool. zhurn.*, 1977, bd. 56. vol. 12, pp. 1874–1876. [In Russian]
- Kiefer F. Freilebende Copepoda. Zooplankton der Binnengewässer. Teil 2. *Binnengewässer*, 1978, Bd. 26, Teil 2, pp. 1–343.
- Kotov A.A. Faunisticheskie komplekсы Cladocera (Crustacea, Branchiopoda) Vostochnoj Sibiri i Dal'nego vostoka [Faunistic assemblages of Cladocera (Crustacea, Branchiopoda) in Eastern Siberia and the Far East]. *Zool. Zhurn.*, 2016, vol. 95, no. 7, pp. 748–768. [In Russian]
- Kozhova O.M., Mamontova L.M. Izmeneniya kolichestva bakterioplanktona Bratskogo vodohranilishcha v period ego stabilizatsii. *Krugovorot veshchestva i energii v ozernyh vodoemah*. [The cycle of matter and energy in lake reservoirs]. Novosibirsk, Nauka, 1975, pp. 76–80. [In Russian]
- Krivenkova I.F., Sheveleva N.G., Evstigneeva T.D. Zooplankton v vodotokah bassejna reki na territorii hrebta Udokan (Kalaraskij rajon zabajkal'skogo kraja) [Zooplankton in watercourses of the river basin on the territory of the Udokan ridge (Kalara district of the Trans-Baikal Territory)]. *Uchenye zapiski Zab GGPU. Ser. Estestvennye nauki*, 2012, no. 1, pp. 51–58. [In Russian]
- Kutikova L.A. *Kolovratki fauny SSSR (Rotatoria). Podklass Eurotatoria (otryady Ploima, onimotrochida, Paedotrochida)* [Rotifers of the fauna of the USSR (Rotatoria). Subclass Eurotatoria (orders Ploima, onimotrochida, Paedotrochida)] Leningrad, Nauka, 1970, 744 p. [In Russian]
- Lazareva V.I. Sezonnij cikl razvitiya i pitanie hishchnyh kolovratok roda Asplanchna v Rybinskom vodohranilishche [Seasonal development cycle and feeding of predatory rotifers of the genus Asplanchna in the Rybinsk Reservoir]. *Inland Water Biology*, 2004, vol. 4, pp. 59–68. [In Russian]
- Lazareva V.I. *Struktura i dinamika zooplanktona Rybinskogo vodohranilishcha* [The structure and dynamics of zooplankton in the Rybinsk reservoir] M., Tovarishestvo nauchnyh izdanij KMK, 2010, 183 p. [In Russian]
- Markevich G.I. Istoricheskaya rekonstrukciya filogeneza kolovratok kak osnova postroeniya ih makrosistemy. *Kolovratki: Materialy tret'ego vsesoyuznogo simpoziuma* [Historical reconstruction of rotifers phylogenesis as the basis for building their macrosystem. Rotifers: Materials of the third all-union symposium]. L., Nauka, 1990, pp. 140–156. [In Russian]
- Matveeva L.K. Analiz sodержimogo zheludkov Asplanchna priodonta Gosse i ocenka ee pressa na populyaciyu *Keratella cochlearis* (Gosse) ozera Glubokogo. *Kolovratki: Materialy tret'ego vsesoyuznogo simpoziuma* [Rotifers: Materials of the third all-union symposium]. L., Nauka, 1990, pp. 45–49. [In Russian]
- Metodicheskie rekomendatsii po sboru i obrabotke materialov pri gidrobiologicheskikh issledovaniyah na presnovodnyh vodoemah. Zooplankton i ego produkcija* [Methodical recommendations for the collection and processing of materials for hydrobiological research in freshwater reservoirs. Zooplankton and its products]. L., GOSNIORH, 1984, 33 p. [In Russian]
- Monakov A.V. *Pitanie presnovodnyh bespozvonochnyh* [Freshwater invertebrate nutrition] M., In-t populyacii, ekologii i evolyucii RAN, 1998, 320 p. [In Russian]
- Opredelitel' zooplanktona i zoobentosa presnyh vod Evropejskoj Rossii. T. 1. Zooplankton* [Identification Keys to Zooplankton and Zoobenthos from the Fresh Waters of European Russia, Vol. 1: Zooplankton]. M., Tovarishestvo nauchnyh izdanij KMK, 2010, 495 p. [In Russian]
- Pidgajko M.L. Biologicheskaya produktivnost' vodohranilishch Volzhskogo kaskada. *Vodohranilishcha Volzhsko-Kamskogo kaskada i ih rybohozyajstvennoe znachenie* [Reservoirs of the Volga-Kama cascade and their fishery value]. L., Gos. In-t rechn. i ryb. hoz-va, 1978, vol. 138, pp. 45–82. [In Russian]

- Poletaeva V.I., Pastuhov M.V., Bychinskij V.A. Dolgih P.G. Biogennyye elementy i kislorodnyj rezhim Boguchanskogo vodohranilishcha v period ego zapolneniya [Biogenic elements and oxygen regime of the Boguchansky reservoir during its filling]. *Problemy regional'noj ekologii*, 2016, no. 5. pp. 64–69. [In Russian]
- Poletaeva V.I., Pastuhov M.V., Zagorul'ko N.A. Osobennosti izmeneniya gidrohimicheskogo rezhima Boguchanskogo vodohranilishcha v period ego zapolneniya [Features of changes in the hydrochemical regime of the Boguchansky reservoir during the period of its filling]. *Meteorologiya i gidrologiya*, 2018, no. 7, pp. 97–108. [In Russian]
- Ponkratov S.F. Perspektivy rybohozyajstvennogo ispol'zovaniya Boguchanskogo vodohranilishcha [Prospects for the fishery use of the Boguchansky reservoir]. *Vestnik rybohozyajstvennoj nauki*, 2014, vol. 1, no. 3, pp. 29–40. [In Russian]
- Riv'er I.K. Zooplankton. *Sovremennaya ekologicheskaya situatsiya v Rybinskom i Gor'kovskom vodohranilishchah: sostoyaniye biologicheskikh soobshchestv i perspektivy ryborazvedeniya* [Modern ecological situation in Rybinsk and Gorky reservoirs: the state of biological communities and perspectives of fish reproduction]. Yaroslavl', Izdatel'stvo YaGTU, 2000, pp. 175–195. [In Russian]
- Rodina A.G. Eksperimental'noe issledovanie pitaniya dafnij [Experimental Study of Daphnia Nutrition]. *Tr. Vsesoyuz. Gidrobiol. ob-va AN SSSR*, 1950, vol. 2, pp. 169–193. [In Russian]
- Segers H. Rotifera. Volume 2: The Lecanidae (Monogononta). *Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Cointinental Waters of the World*. SPb., Academic Publishing BV, 1995, 226 p.
- Sheveleva N.G., Basharova N.I. Vidovoy i dominantnyj sostav zooplanktona vodohranilishch Angaro-Unisejskogo kaskada. *Novoe v izuchenii flory i fauny Bajkala i ego bassejna* [New in the study of flora and fauna of Baikal and its basin]. Irkutsk, Izdatel'stvo IGU, 1988, pp. 32–42. [In Russian]
- Sheveleva N.G., Pastuhov M.V. Zooplankton Bratskogo vodohranilishcha v 2006–2007 gg. [Zooplankton of the Bratsk Reservoir in 2006–2007]. *Byul. MOIP. otd. biol.*, 2009, vol. 114, no. 6, pp. 9–14. [In Russian]
- Sheveleva N.G., Pastuhov M.V., Zajceva E.P., Poletaeva V.I. Soobshchestvo zooplanktona verhnego uchastka Boguchanskogo vodohranilishcha v period ego zapolneniya [Zooplankton community in the upper section of the Boguchansky reservoir during its filling]. *Geografiya i prirodnye resursy*, 2016, no. 6, pp. 81–85. [In Russian]
- Sheveleva N.G., Popovskaya G.I., Pastuhov M.V., Alieva V.I. Ocenka sovremennogo sostoyaniya zooplanktona zalivov Bratskogo vodohranilishcha [Assessment of the current state of zooplankton in the bays of the Bratsk reservoir]. *Byul. MOIP. otd. biol.*, 2012, vol. 117, no. 4, pp. 37–47. [In Russian]
- Sheveleva N.G., Vorob'eva S.S. Sostoyaniye i razvitiye fito- i zooplanktona nizhnego uchastka Angary, prognoz formirovaniya planktona v Boguchanskom vodohranilishche [Condition and development of phyto- and zooplankton in the lower part of the Angara, forecast of the formation of plankton in the Boguchanskoye reservoir]. *Zhurn. Sib. Federal. Un-ta. Biologiya*, 2009, no. 3, pp. 313–326. [In Russian]
- Shul'ga E.L. Formirovaniye zooplanktona Bratskogo vodohranilishcha [Formation of zooplankton of the Bratsk reservoir]. *Avto-ref. dis. ... kand. biol. nauk*. Irkutsk, 1973, 40 p. [In Russian]
- Smirnov N.N. Morfofunkcional'nye tipy pitaniya vetvistousykh rakoobraznykh (Cladocera, Crustacea). *Trofologiya vodnykh zhivotnykh Itogi i zadachi* [Trophology of aquatic animals. Results and objectives]. M., Nauka, 1973, pp. 164–170. [In Russian]
- Sorokovikova L.M., Onishchuk N.A., Bashenhaeva N.V., Sakirko M.V., Tomberg I.V., Pogodaeva T.V., Sez'ko N.P., Marinajta I.I., ZHuchenko N.A. Himicheskij sostav i kachestvo vody Boguchanskogo vodohranilishcha v pervyye gody napolneniya. *Mezhdunarodnaya konferenciya "Presnovodnye ekosistemy – sovremennyye vyzovy"* [International Conference “Freshwater Ecosystems – Contemporary Challenges”]. Irkutsk, OOO “Megaprint”, 2018, pp. 323–324. [In Russian]
- Streleckaya E.A. Obzor fauny kolovratok (Rotatoria), vetvistousykh (Cladocera) i veslonogih rakoobraznykh (Copepoda) bassejna reki Anadyr' [Overview of the fauna of rotifers (Rotatoria), cladocera and copepods (Copepoda) in the Anadyr River basin]. *Sibirskij ekologicheskij zhurnal*, 2010, no. 4, pp. 649–662. [In Russian]
- Tribush T.M. Nekotorye nablyudeniya nad kolovratkami semeystva Asplanchnidae Rybinskogo vodohranilishcha [Some observations on rotifers of the family Asplanchnidae of the Rybinsk Reservoir]. *Byul. In-ta biologii vodohranilishch*, 1960, no. 6, pp. 18–19. [In Russian]
- Vodohranilishcha i ih vozdejstvie na okruzhayushchuyu sredu* [Reservoirs and their impact on the environment]. M., Nauka, 1986, 368 p. [In Russian]
- Vorob'eva S.S., Sheveleva N.G., Rozhkova N.A. Plankton i bentos reki Vihorevki i Ust'-Vihorevskogo zaliva Ust'-Ilimskogo vodohranilishcha. *Ozernyye ekosistemy: Biologicheskie processy, antropogennaya transformatsiya, kachestvo vody. Materialy II Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii 22–26 sentyabrya 2003 g. Minsk-Naroch'* [Lake ecosystems: Biological processes, anthropogenic transformation, water quality. Materials of the II International Scientific Conference September 22–26, 2003 Minsk-Naroch']. Minsk, 2003, pp. 413–415. [In Russian]

## **FORMATION OF ZOOPLANKTON IN THE BOGUCHANY RESERVOIR DURING ITS FILLING**

**N. G. Sheveleva**

*Limnological Institute of the Siberian Branch of Russian Academy of Sciences,  
664033 Irkutsk, Ulan-Batorskaya, 3, Russia, e-mail: shevn@lin.irk.ru*

For the first time, we present the materials of the spatial distribution of qualitative and quantitative indicators of zooplankton in the first year of top water level (TWL) in the Boguchany Reservoir. We indicate the dynamics of the formation of the zooplankton community in the Upper section of the reservoir during its filling (from 2013 to 2015). The Irkutsk, Bratsk, and Ust-Ilimsk reservoirs influence the composition and structure of zooplankton in the Boguchany Reservoir that closes the cascade of the Angara HPPs, and there is a great similarity of the crustacean and rotifer fauna with the upstream artificial reservoirs. During the study period (from 2013 to 2017), the plankton fauna included 84 species from 49 genera and 23 families. The horizontal distribution of quantitative indicators throughout the water area of the reservoir had a mosaic pattern. The relative and absolute proportion of rotifers in the composition of zooplankton decreased from the Upper section to the Lower one, and the dominance of crustaceans was opposite. Due to this, the maximum number ( $129 \pm 97.8$  thou ind./m<sup>3</sup>) of zooplankton was recorded in the Upper section, and the biomass ( $2080 \pm 676$  mg/m<sup>3</sup>) – in the Lower section. The obtained unique data on the composition, structure and quantitative development of zooplankton in the Boguchany Reservoir during its formation and filling are important for further monitoring of its state, including the assessment of the feeding of planktonophagous fish and juvenilefish.

*Keywords:* zooplankton, Boguchanskoe reservoir, Angara River, species composition, horizontal distribution, abundance, biomass