

УДК 574.583.(285.2):591

Е. А. Соколова

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗООПЛАНКТОНА  
РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА**

По материалам стандартных рейсов установлены видовой состав, доминанты и количественные характеристики зоопланктонного сообщества Рыбинского водохранилища в июне — октябре 2009 г. Общая численность зоопланктона в исследуемый период составляла 125,4 тыс. экз/м<sup>3</sup>, биомасса — 0,8 г/м<sup>3</sup>. Отмечен один максимум численности и три пика биомассы. Основу численности формировали коловратки, биомассы — ракообразные.

**Ключевые слова:** водохранилище, зоопланктон, состав, динамика, численность, биомасса.

Рыбинское водохранилище, созданное в 1941 г., является третьим в каскаде волжских водохранилищ после Иваньковского и Угличского. Первые сведения о зоопланктоне этого водоема относятся к 1946 г. [3]. В 1956—1990 гг. проводились постоянные наблюдения за зоопланктонным сообществом на шести стандартных станциях [4—8]. С 1991 по 2003 г. исследования были нерегулярными и возобновились в 2004 г.

Цель работы — изучить современное состояние видового состава, количественные характеристики и сезонную динамику зоопланктонного сообщества Рыбинского водохранилища.

**Материал и методика исследований.** Материалом для данной работы послужили пробы зоопланктона, собранные на шести стандартных станциях два раза в месяц с июня по октябрь 2009 г. Схема расположения станций и их описание приведены ранее [5]. Пробы отбирали с помощью планктобатора Дьяченко — Кожевникова объемом 10 л по горизонтам через каждые 2 м от поверхности до дна с последующим процеживанием через газ № 76. Пробы со всех горизонтов на одной станции объединяли. Камеральную обработку проводили по стандартной методике. Зоопланктон оценивали по количеству видов, численности и биомассе, соотношению таксономических групп, индексам сапробности Пантле и Букк в модификации Сладечека и видового разнообразия Шеннона — Уивера. Доминирующие виды выделяли на основе функции рангового распределения [1]. Температура воды в течение вегетационного периода варьировала от 6,3 до 22,8°C, прозрачность — от 100 до 230 см (в среднем  $133 \pm 4$  см).

© Соколова Е. А., 2012

### Результаты исследований и их обсуждение

В зоопланктоне Рыбинского водохранилища в 2009 г. обнаружено 89 видов планктонных беспозвоночных. Из них коловраток — 41 вид (46%), ветвистоусых рачков — 32 (36%), веслоногих — 16 (18%). В пробе зоопланктона насчитывали в среднем  $26 \pm 1$  видов, максимальное видовое богатство (46 видов) отмечено на ст. Молога. Количество видов в пробе было наибольшим летом (в среднем 29—32), осенью оно снижалось до 17—22. Индекс видового разнообразия Шеннона, рассчитанный по численности, максимальных значений (в среднем  $3,5 \pm 0,1$ ) достигал в августе, в октябре он существенно снижалося (до  $2,4 \pm 0,2$ ). Среднее за вегетационный сезон значение составляло  $2,8 \pm 0,1$ , наибольшие среднесезонные величины зарегистрированы на станциях Коприно ( $3,2 \pm 0,2$ ) и Молога ( $3,0 \pm 0,1$ ).

Наиболее распространенными и общими для всех стандартных станций видами с частотой встречаемости  $\geq 50\%$  были восемь видов Rotifera, шесть — Cladocera и три — Copepoda (табл. 1). Среди коловраток по численности преобладали *C. hippocrepis* + *C. unicornis*, среди ракообразных — *B. longispina* и *M. leuckarti*.

Среди Rotifera встречаемость *Conochilus* sp., *K. quadrata*, *K. cochlearis*, *K. longispina*, *P. major*, *Synchaeta* sp. и *A. priodonta* была практически такой же, как и в предыдущие годы. Чаше в пробах стали отмечать *Bipalpus hudsoni* (Imhof), *Polyarthra longiremis* Carlin и *Brachionus angularis* Gosse. Встречаемость *Ploesoma truncatum* (Levander) увеличилась до 43%. Её максимальная численность (15,9 тыс. экз/м<sup>3</sup>) зарегистрирована в начале августа на ст. Молога. Наряду с наиболее многочисленной в Рыбинском водохранилище *A. priodonta* нами отмечены *A. herricki* Guerne, найденная в 27% проб (максимальное количество 0,4 тыс. экз/м<sup>3</sup>), *A. henrietta* Langhans, имеющая встречаемость 9% (численность до 6,6 тыс. экз/м<sup>3</sup>), и *A. girodi* Guerne, обнаруженная в конце июня на ст. Молога в количестве 0,13 тыс. экз/м<sup>3</sup>.

Среди Crustacea уменьшилась встречаемость *Ch. sphaericus* (до 58%), *Bythotrephes* sp. (до 60%), *Bosmina coregoni* Baird (до 49%), *Leptodora kindtii* Focke (до 34%), *Megacyclops viridis* (Jurine) (до 45%), *Heterocope appendiculata* Sars (до 21%), *Eudiaptomus graciloides* Lill. (до 25%), *Cyclops vicinus* Uljan. (до 42%).

В 2009 г. отмечен один максимум численности зоопланктона ( $343,5 \pm 83,9$  тыс. экз/м<sup>3</sup>) в конце июля в основном за счет развития *Conochilus* sp. (202—474 тыс. экз/м<sup>3</sup>) и три пика биомассы: в конце июня ( $1,6 \pm 0,5$  г/м<sup>3</sup>), в начале августа ( $1,6 \pm 0,2$  г/м<sup>3</sup>) и небольшой пик в конце сентября ( $0,7 \pm 0,3$  г/м<sup>3</sup>) (рис. 1).

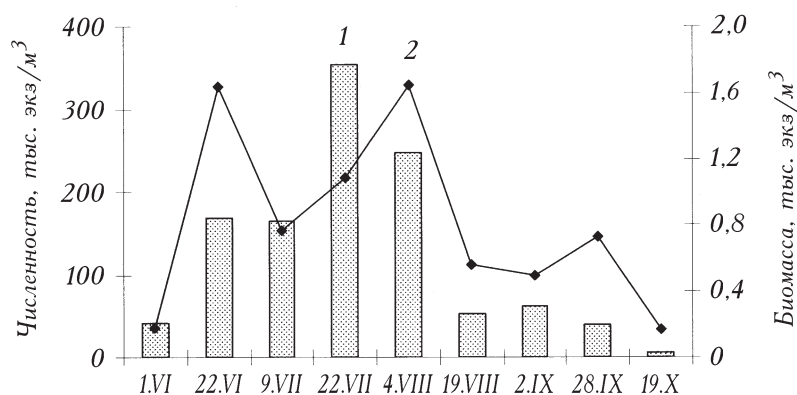
В течение вегетационного сезона наблюдалась последовательная смена комплексов, отличающихся не только набором доминирующих видов, но и их количественными показателями. В конце июня наибольшую биомассу формировали *B. longispina* (0,6—2,1 г/м<sup>3</sup>), *B. crassicornis* (0,2 г/м<sup>3</sup>), *M. leuckarti* (0,5 г/м<sup>3</sup>) и копеподиты циклопов (0,4 г/м<sup>3</sup>). Второй максимум биомассы образовывали в основном *A. priodonta* (0,2—0,5 г/м<sup>3</sup>), *D. galeata* (0,2—0,3 г/м<sup>3</sup>),

### 1. Численность и встречаемость наиболее распространенных видов зоопланктона

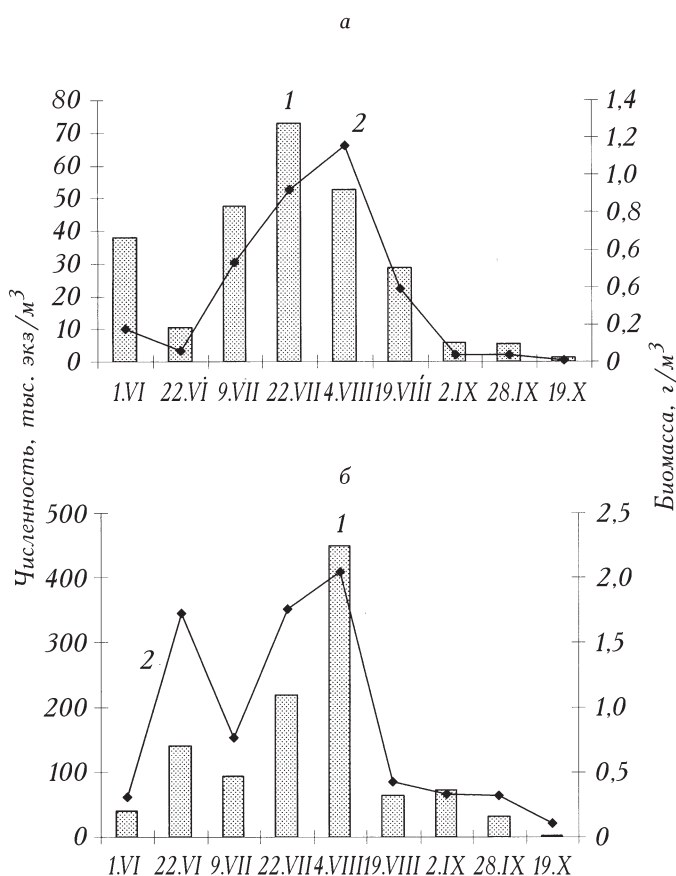
Виды	Встречаемость, %	Численность, тыс. экз/м <sup>3</sup>	
		средняя	максимальная
Rotifera			
<i>Conochilus hippocrepis</i> (Schr.) + <i>C. unicornis</i> Rousselet	85	50,4 ± 13,7	493,4
<i>Polyarthra major</i> Burckhardt	87	8,9 ± 2,5	82,3
<i>Kellicottia longispina</i> (Kellicott)	68	4,7 ± 1,2	37,5
<i>Synchaeta</i> sp.	98	3,7 ± 1,2	58,3
<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg	66	3,5 ± 1,3	45,8
<i>Keratella quadrata</i> (Müller)	94	2,4 ± 0,6	20,3
<i>Asplanchna priodonta</i> Gous	74	1,7 ± 0,4	14,2
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse)	72	0,9 ± 0,2	8,3
Cladocera			
<i>Bosmina longispina</i> (Leydig)	94	8,7 ± 2,6	102,8
<i>Chydorus sphaericus</i> (O.F. Müller)	58	1,8 ± 1,0	48,3
<i>Daphnia galeata</i> G.Sars	89	1,6 ± 0,3	10,1
<i>Bosmina longirostris</i> (O.F. Müll.)	59	1,2 ± 0,5	20,1
<i>Bosmina crassicornis</i> (O.F. Müll.)	74	0,6 ± 0,2	6,0
<i>Bythotrephes longimanus</i> Leydig + <i>B. cederstroemii</i> Schoedler.	60	0,07 ± 0,02	0,6
Copepoda			
<i>Mesocyclops leuckarti</i> (O.F. Müll.)	96	3,2 ± 0,6	19,9
<i>Thermocyclops oithonoides</i> (G. Sars)	100	1,8 ± 0,3	15,4
<i>Eudiaptomus gracilis</i> (G. Sars)	68	0,3 ± 0,1	4,4

*Bythotrephes* sp. (0,3—0,5 г/м<sup>3</sup>), *M. leuckarti* (0,2—0,4 г/м<sup>3</sup>), *E. gracilis* (0,3—0,5 г/м<sup>3</sup>) и копеподиты (0,1—0,4 г/м<sup>3</sup>). Осенний пик биомассы создавали преимущественно *B. longispina* (0,2—1,7 г/м<sup>3</sup>) и *D. galeata* (0,1—0,2 г/м<sup>3</sup>). Кривые сезонной динамики зоопланктона в Главном плесе водохранилища (станции Наволок, Измайлово, Средний Двор, Брейтово) в основном были такими же, как и в целом по водохранилищу, а на станциях Волжского плеса существенно отличались. На ст. Коприно отмечены два максимума численности и один пик биомассы, а на ст. Молога подъем численности зарегистрирован в начале августа, осенний максимум биомассы отсутствовал (рис. 2).

Смена ценозов, сроки появления и массового развития видов в значительной степени определяются условиями питания и гидрометеорологически-

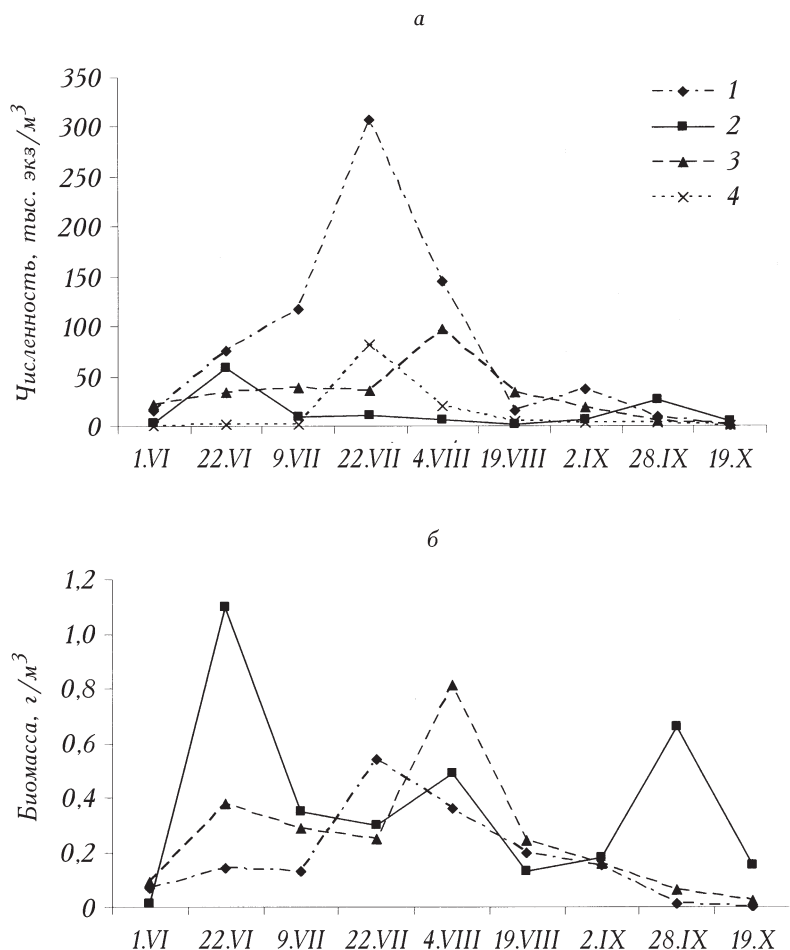


1. Сезонная динамика численности (1) и биомассы (2) зоопланктона в Рыбинском водохранилище в 2009 г.



2. Сезонная динамика численности (1) и биомассы (2) зоопланктона в 2009 г. на станциях Коприно и Молога.

ми факторами (температура, уровневый режим, ветровая циркуляция) [6]. В течение вегетационного сезона 2009 г. у коловраток зарегистрирован один максимум численности и биомассы в конце июня (рис. 3). В отличие от них колебания численности Cladocera и Serranoda за вегетационный период были меньше: соответственно 2—59 и 1—38 тыс. экз/м<sup>3</sup>. Сезонная динамика Cladocera характеризовалась двумя подъемами численности и тремя — биомассы. У Serranoda отмечен один максимум численности в начале августа и два — биомассы. У велигеров *Dreissena* обнаружен один пик численности в конце июня. В разные годы



3. Сезонная динамика численности (а) и биомассы (б) групп зоопланктона в 2009 г.: 1 — Rotifera; 2 — Cladocera; 3 — Copepoda; 4 — велигеры *Dreissena*.

подъемы и спады численности отдельных видов могут быть смещены, но в целом состав доминантного комплекса зоопланктона в последнее время остается постоянным, хотя за многолетний период наблюдений произошли существенные изменения.

Средняя за вегетационный сезон численность зоопланктона в водохранилище составляла  $125,4 \pm 20,0$  тыс. экз/м<sup>3</sup>, биомасса —  $0,8 \pm 0,1$  г/м<sup>3</sup>, максимальные значения —  $667,2$  тыс. экз/м<sup>3</sup> и  $3,8$  г/м<sup>3</sup>. Численность велигеров дрейссен достигала  $13,1 \pm 5,0$  тыс. экз/м<sup>3</sup>. В течение летних месяцев численность зоопланктона превышала  $150$  тыс. экз/м<sup>3</sup>, что существенно больше, чем в предыдущие годы. Средняя биомасса, зарегистрированная нами, входит в пределы колебаний, указанные другими авторами, и находится на уровне 70-х годов XX века. В 60-е годы общая биомасса зоопланктона варьировала от  $0,25$  до  $0,69$  г/м<sup>3</sup>, в 70-е — от  $0,37$  до  $0,83$  г/м<sup>3</sup>. В начале 80-х годов

## 2. Средние численность и биомасса зоопланктона на стандартных станциях в 2009 г.

Rotifera	Cladocera	Copepoda	Общая	Veliger <i>Dreissena</i>
Численность				
$79,7 \pm 17,7$	$14,3 \pm 3,3$	$31,4 \pm 4,5$	$125,4 \pm 20,0$	$13,1 \pm 5,0$
64	11	25		7,1
Биомасса				
$0,8 \pm 0,03$	$0,37 \pm 0,07$	$0,26 \pm 0,04$	$0,81 \pm 0,10$	$0,01 \pm 0,004$
22	46	32		1,3

П р и м е ч а н и е. Над чертой — абсолютные значения численности (тыс. экз/м<sup>3</sup>) и биомассы (г/м<sup>3</sup>), под чертой — соответственно их доля (%).

происходил её интенсивный рост, а с 1991 г. — снижение до величины около 1 г/м<sup>3</sup>. В 2005—2008 гг. биомасса зоопланктона изменялась от 0,65 до 1,15 г/м<sup>3</sup>. Её период колебаний оказался близким к 20 годам [4, 7]. Средняя за сезон общая численность в 2009 г. была выше, чем в 2005—2008 гг. (74,2—109,6 тыс. экз/м<sup>3</sup>), но вошла в пределы колебаний, отмеченные для стандартных станций за 40 лет [5].

Соотношение групп зоопланктона в различные годы испытывает значительные колебания [7]. Так, в 1956—1970 гг. численность коловраток в среднем была в два раза выше, чем ракообразных [2]. В 80—90-е годы произошло увеличение численности ракообразных и снижение — коловраток [5]. По нашим наблюдениям, в 2009 г., так же как и в 2005—2008 гг., численность Rotifera превосходила численность Crustacea (табл. 2), индекс  $N_{Crust.}/N_{Rot.}$  составил 0,57. Возможно, одной из причин увеличения обилия коловраток стало снижение среднего количества велигеров дрейссен и их доли в общей численности зоопланктона. Колебания численности коловраток вследствие их незначительных размеров мало отражаются на общей биомассе. По биомассе в зоопланктонном сообществе преобладали ракообразные. Величина отношения  $B_{Crust.}/B_{Rot.}$  составляла в 2009 г. 3,5, а в предыдущие пять лет изменялась от 2,0 до 6,4. Среди Crustacea по численности преобладали Copepoda ( $N_{Clad.}/N_{Copep.} = 0,46$ ), а по биомассе — Cladocera.

Увеличение численности коловраток привело к снижению средней индивидуальной массы зоопланктонных организмов до 7 мкг, что соответствует уровню 1956—1978 гг., тогда как в 1980—1995 гг. она превышала 15 мкг [5].

В 1950—1970-е годы наиболее бедный зоопланктон наблюдали в Главном плесе [9]. Начиная с 80-х годов максимальные значения численности и биомассы отмечали в центре водохранилища [5]. Так, в 2009 г. на ст. Коприно, расположенной в Волжском плесе, численность зоопланктона была в 4—5 раз, а биомасса — в 2—3 раза меньше, чем в Главном плесе водохранилища.

Индекс сапробности в среднем за год составлял  $1,38 \pm 0,02$ , что соответствует  $\alpha$ - $\beta$ -мезосапробным условиям.

### Заклучение

В зоопланктоне Рыбинского водохранилища в 2009 г. выявлено 89 видов. Средняя за вегетационный сезон численность зоопланктона составила 125,4 тыс. экз/м<sup>3</sup>, биомасса — 0,8 г/м<sup>3</sup>. За период наблюдений отмечен один максимум численности зоопланктона (343,5 тыс. экз/м<sup>3</sup>) в конце июля и три пика биомассы: в конце июня, начале августа и в конце сентября (соответственно 1,6, 1,6 и 0,7 г/м<sup>3</sup>). Основу численности формировали коловратки, биомассы — ракообразные. На современном этапе существования водохранилища состав доминантного комплекса и структура зоопланктонного сообщества практически не меняются. Количественные показатели развития зоопланктона не выходят за рамки многолетних колебаний.

\*\*

*Досліджено видовий склад, кількісні характеристики та сезонні зміни угруповань зоопланктону Рибінського водосховища в червні — жовтні 2009 р. за матеріалами стандартних рейсів. Середня чисельність зоопланктону становила 125,4 тис. екз/м<sup>3</sup>, біомаса — 0,8 г/м<sup>3</sup>. Відмічено один пік чисельності наприкінці липня та три піки біомаси. Основу чисельності формували коловратки, біомаси — ракоподібні.*

\*\*

*The species composition, quantitative characteristics and seasonal changes in the zooplankton community in the Rybinsk Reservoir in June — October 2009 have been studied on the basis of materials obtained in course of standard research excursions. Total zooplankton abundance amounted 125,4 thousand ind/m<sup>3</sup> and biomass — 0,8 g/m<sup>3</sup>. One peak of the zooplankton abundance and 3 peaks of biomass were recorded. Rotifers were dominant by abundance and crustaceans prevailed by biomass.*

\*\*

1. Андронова И.Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем разных трофических типов. — СПб.: Наука, 1996. — 189 с.
2. Владимирова Т.М. Коловратки прибрежья Рыбинского водохранилища // Фауна беспозвоночных и условия воспроизводства рыб в прибрежной зоне Верхне-Волжских водохранилищ. — Рыбинск: Ин-т биологии внутр. вод АН СССР, 1978. — С. 5—15.
3. Киселева Е.И. Планктон Рыбинского водохранилища // Тр. проблем. и темат. совещ. ЗИН АН СССР. — 1954. — Вып. 2. — С. 22—31.
4. Лазарева В.И. Структура и динамика зоопланктона Рыбинского водохранилища. — М.: Т-во науч. изд. КМК, 2010. — 183 с.
5. Лазарева В.И., Лебедева И.М., Овчинникова Н.К. Изменения в сообществе зоопланктона Рыбинского водохранилища за 40 лет // Биология внутр. вод. — 2001. — № 4. — С. 62—73.

6. Ривьер И.К. Особенности функционирования зоопланктонных сообществ водоемов разных типов // Структура и функционирование пресноводных экосистем. — Л.: Наука, 1988. — С. 80—111.
7. Ривьер И.К., Лебедева И.М., Овчинникова Н.К. Многолетняя динамика зоопланктона Рыбинского водохранилища // Экология водных организмов верхневолжских водохранилищ. — Л.: Наука, 1982. — С. 69—87.
8. Рыбинское водохранилище и его жизнь. — Л.: Наука, 1972. — 364 с.
9. Экологические проблемы Верхней Волги. — Ярославль: Изд-во Ярослав. техн. ун-та, 2001. — 427 с.

Институт биологии внутренних вод РАН,  
Борок, РФ

Поступила 02.03.12