

О ЗООПЛАНКТОНЕ ОЗЕРА КРОНОЦКОЕ (КАМЧАТКА)

Т.В. Бонк¹, Л.В. Миловская², Г.Н. Маркевич³, Л.А. Анисимова³

¹*Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, ул. Набережная, 18, Петропавловск-Камчатский, 683000, Россия.*

E-mail: bonk.t.v@kamniro.ru

²*Камчатский государственный технический университет, ул. Ключевская, 35, Петропавловск-Камчатский, 683003, Россия. E-mail: lvmil@gmail.com*

³*Московский государственный университет им. Ломоносова, Воробьёвы Горы, Москва, 119992, Россия. E-mail: g-markevich@yandex.ru*

На основе современных и литературных данных, опубликованных по оз. Кроноцкое, приводится список пелагического зоопланктона, численность и биомасса доминирующих видов в сравнении с архивными данными.

ZOOPLANKTON OF KRONOTSKOYE LAKE (KAMCHATKA)

T.V. Bonk¹, L.V. Milovskaya², G.N. Markevich³, L.A. Anisimova³

¹*Kamchatka Research Institute of Fisheries and Oceanography, 18 Naberejnaya Str., Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000, Russia. E-mail: bonk.t.v@kamniro.ru*

²*Kamchatka State Technical University, 35 Kluchevskaya Str.,*

Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003, Russia. E-mail: lvmil@gmail.com

³*Lomonosov Moscow State University, Vorobjevy Gory, Moscow, 119992, Russia. E-mail: g-markevich@yandex.ru*

The list of the pelagic zooplankton species of Kronotskoye lake made on the base of modern and archive published data, the abundance and the biomass of dominant species in comparison to the archive data are demonstrated.

Кроноцкое озеро – крупнейший пресноводный водоём Камчатского полуострова, расположено на восточном побережье Камчатки (54°45 с.ш. и 160°15 в.д.) на высоте 370 м над уровнем моря. Озеро имеет форму прямоугольного треугольника, с обособленными заливами на западном и восточном побережье (Куренков, 1978) (рис. 1). Особенностью водоёма является наличие в озере природной жилой формы красной (*Oncorhynchus nerka*) – кокани.

Материалом для работы послужили пробы зоопланктона, собранные в марте, июле–сентябре 2010 г. Зоопланктон собирали в пелагиали озера на 9 станциях путём тотального облова водного слоя, соответствующего глубине станции (табл. 1). Всего было просмотрено 18 проб зоопланктона. Сбор и обработку материала осуществляли по стандартным гидробиологическим методам (Киселёв, 1969; Методические рекомендации ..., 1984).

Расчёт биомассы проводили на основании осреднённой численности рачков разных возрастных групп. Использовались средние веса, рассчитанные Л.В. Миловской для копеподных раков оз. Кроноцкое. Биомассу дафний определяли по зависимости массы тела от длины особи (Балушкина, Винберг, 1979). Идентификацию зоопланктонных организмов проводили по определителям (Кутикова, 1970; Определитель пресноводных беспозвоночных..., 1995, 2010).

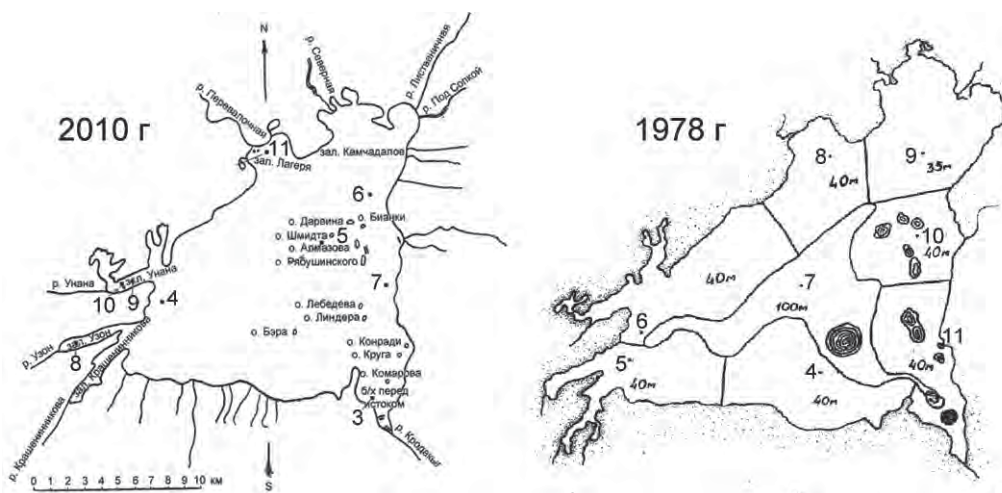


Рис. 1. Станции отбора проб зоопланктона на оз. Кроноцкое в 2010 г. (карта-схема Крохина, 2010) и в 1978 г. (по Миловской, 1983).

Таблица 1

Станции отбора проб в оз. Кроноцкое в 2010 г.

Станция	Дата	Глубина, м
Ст. 3	20.03, 03.08., 29.09.	0–101, 0–88, 0–60
Ст. 4	03.08., 29.09.	0–70, 0–65
Ст. 5	03.08., 29.09.	0–90, 0–85
Ст. 6	03.08., 29.09.	0–85, 0–75
Ст. 7	29.09.	0–130
Ст. 8	02.07., 29.09.	0–42, 0–45
Ст. 9	04.08., 29.09.	0–52, 0–55
Ст. 10	04.08., 29.09.	0–65, 0–70
Ст. 11	04.08., 29.09.	0–62, 0–65

Подробные исследования зоопланктонных организмов на озере проводились в период 1969–1980 гг. Видовой состав зоопланктона типичен для водоёмов северных широт.

И.И. Куренков (1978), исследовавший озеро в 1969–1975 гг., указывал, что состав пелагического зоопланктона в оз. Кроноцкое представлен характерным для многих озёр Камчатки комплексом: коловратки – *Asplanchna priodonta*, *Filinia major*, *Kellicottia longispina*, *Keratella quadrata*, *K. cochlearis*, *Polyarthra* sp.; копепода – *Neutrodiaptomus angustilobus*

(по современной номенклатуре – *Leptodiaptomus angustilobus*), *Cyclops scutifer*; клadoцера – *Daphnia longiremis* и *Bosmina longirostris*. Кроме того, И.И. Куренков приводит список видов зоопланктона, отмеченных в заливах, прибрежном планктоне и в кишечниках рыб: *Alona affinis*, *A. quadrangularis*, *Chydorus shaericus*, *Acanthocyclops gigas* (синоним *Megacyclops gigas*). В исследуемый период 2010 г. видовой состав организмов пелагиали существенно не изменился, но был дополнен. Наиболее богато была представлена группа Rotifera, кроме вышеназванных коловраток, были обнаружены такие виды: *Notholca squamula*, *Polyarthra major*, *P. minor*, *Synchaeta oblonga*, *Conochilus unicornis*, *Conochiloides natans*. По сравнению с другим крупным олиготрофным озером Курильским, где раковый планктон пелагиали очень беден и представлен лишь двумя видами, в оз. Кроноцкое установлено два вида веслоногих (ранее указанных) и два представителя ветвистоусых: *D. longiremis*, *D. longispina*. Такие виды, как *B. longirostris*, *C. shaericus*, *Acanthocyclops* sp., *M. gigas*, *A. affis* были также отмечены в небольшом количестве при тотальном просмотре планктонных проб. Следует отметить, что для данного озера И.И. Куренков (1978) определил только один вид клadoцер – *D. longiremis*, отмечая в его динамике развития смену партеногенетического и полового размножения, наличие в планктоне эфиппальных самок и покоящихся яиц. В пробах, собранных в 2010 г., были также отмечены не только эфиппальные самки, эфиппиумы, но и самцы, относящиеся к виду *Daphnia longispina*. В

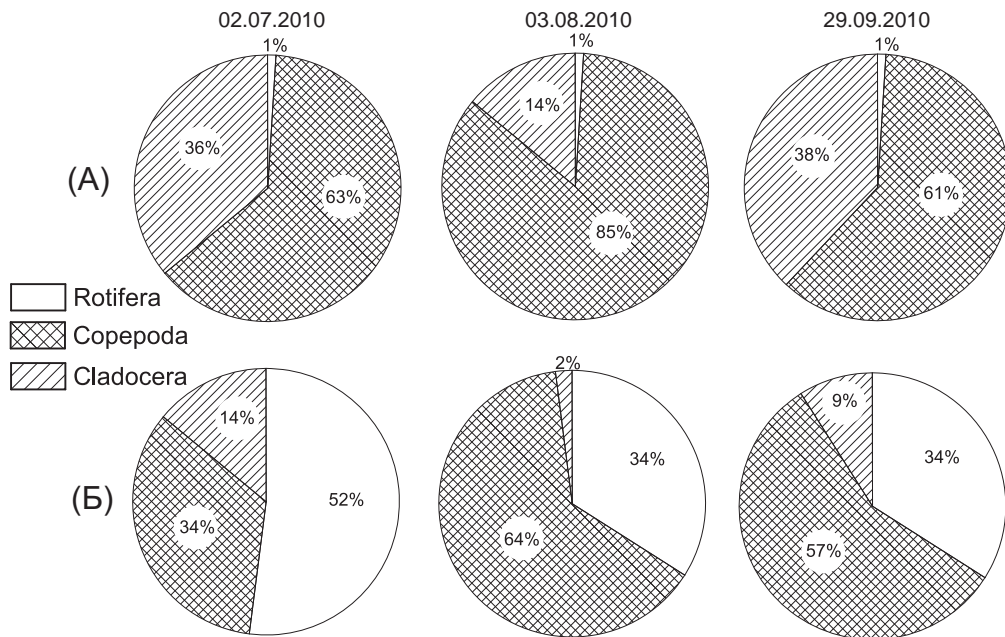


Рис. 2. Структура зоопланктона оз. Кроноцкое по численности (А) и по биомассе (Б) в вегетационный сезон 2010 г.

популяции *D. longiremis* были обнаружены только партеногенетические самки, что характерно для этого вида в других холодноводных озёрах Камчатки. Можно предположить, что в сообществе Cladocera оз. Кроноцкое два вида дафний существовали и ранее.

Основу зоопланктонного сообщества Кроноцкого составляют Copepoda, доля которых по численности и биомассе в июле–сентябре в среднем составляла 76 %. Самая высокая относительная численность коловраток (96 %) приходилась на март, когда плотность кладоцер (50 экз./м³) и коловраток (300 экз./м³) была очень низкой. Доля дафний в общей биомассе зоопланктона изменялась от 11% в июле до 31 % в августе, вклад коловраток в биомассу был очень мал до 2 %. Однако Rotifera занимали второе место по относительной численности, составляя от 15 до 54 %. Вклад видов в численность и биомассу таксономических групп зоопланктона различен (рис. 2).

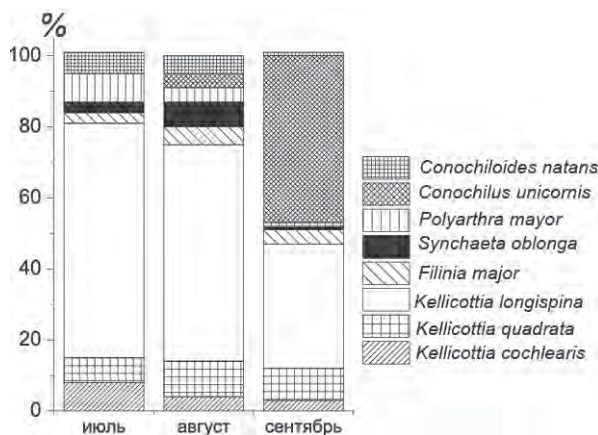


Рис. 3. Доминирующие виды коловраток в июле-августе в оз. Кроноцкое в 2010 г.

Коловратки. Ведущий состав ротиферного планктона изменялся с июля по сентябрь (рис. 3). Исходя из того, что в основные даты (3.08 и 29.09.2010 г.) отбора проб по всей акватории озера, доминантная группа коловраток была схожа, то по одной пробе в июле можно предположить, что сообщество Rotifera было одинаковым на всех станциях. Если в июле и августе доминирующим видом была *Kellicottia longispina* (67 % и 61 %, соответственно), то в сентябре численным преимуществом выделялись *Conochilus unicornis* – 47 % и *K.*

longispina – 35 %. Доля других видов составляла от 1 до 9 %. Максимальная численность и биомасса коловраток была отмечена 3 августа (41,6 тыс. экз./м³, 12,5 мг/м³) на ст. 11 и связана с развитием *K. quadrata*, *K. cochlearis*, *K. longispina*, *F. major*, *P. mayor*, *S. oblonga*, *C. unicornis*, а минимальная – 29 сентября (4 тыс. экз./м³) на ст. 3. Крупная *A. priodonta* была очень малочисленна, наибольшее количество 218 экз./м³ было зафиксировано 29 сентября. Максимальное видовое богатство Rotifera было представлено в августе 10 видами, наименьшее число видов (4) – в марте.

Веслоногие ракообразные – это наиболее значимая группа в количественном отношении пелагического планктона. Доминирует среди копеподных раков *Cyclops scutifer* – типичный представитель для озёр Камчатки. И.И. Куренков (1978) указывал, что популяция *C. scutifer* оз. Кроноцкого состоит из двух субпопуляций, одна из которых размножается в чётные годы, а другая в нечётные. Основной период размножения – август–сентябрь и эти месяцы можно считать началом жизненного цикла нового поколения. Сезонная динамика численности популяции циклопов в 2010 г. также показала аналогичное развитие. Так, в

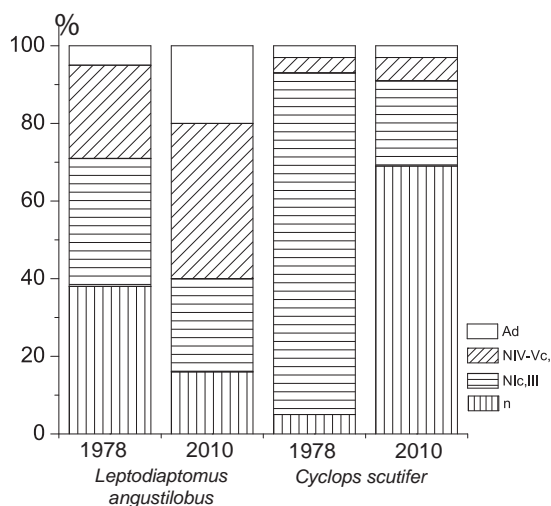


Рис. 4. Структура копеподного сообщества в июле–августе 1978 и 2010 гг. в оз. Кроноцкое. n – науплиусы, I–II с, IV – раки копеподитных стадий, Ad – половозрелые раки.

марте популяция вида была представлена на 69 % рачками II и III копеподитных стадий. Половозрелые особи в это время не встречались. В августе–сентябре в планктоне преобладали науплиусы (37 тыс. экз./м³) и рачки младших копеподитных стадий (I–III) (11,5 тыс. экз./м³). Количество взрослых (IV–V стадий) и половозрелых циклопов составило 6 и 2 % от численности популяции, соответственно (рис. 4). Наибольшая биомасса *C. scutifer* 0,54 г/м³ была отмечена в августе, что в 1,3 раза ниже этой величины в 1978 г. Средняя биомасса циклопов копеподитных стадий по озеру за июль–сентябрь 2010 г. была равна 0,25 г/м³, что ниже в 2,5 раза биомассы циклопов за аналогичный период 1978 г. и в 1,4 раза среднего показателя 1969–1975 гг. (Куренков, 1978; Миловская, 1983).

Другой представитель веслоногих раков – *Leptodiaptomus angustilobus*, обитает в камчатских озёрах различного типа (Бонк, 2001; Куренков, 2005; Лосенкова, Бонк, 2013). Впервые этот вид на Камчатке был подробно изучен И.И. Куренковым (1970) из оз. Дальнее. Биологический цикл развития *L. angustilobus* в оз. Кроноцкое изучали И.И. Куренков, Т.Л. Введенская и Л.В. Миловская (Куренков, Введенская, 1978; Миловская, 1983). Развитие популяции вида в 2010 г. в оз. Кроноцкое отличалось от ранее описанного вышеназванными исследователями биологического цикла *L. angustilobus*. В марте присутствие каланоиды в озере было отмечено только рачками V возрастной стадии в количестве 50 экз./м³. С июля по сентябрь в планктоне присутствовали практически все стадии лептодиаптомуса. В начале июля популяция была представлена только раками копеподитных стадий, начиная со второй возрастной группы, основу численности составляли особи старших копеподитных стадий – 62 %. Первые науплии (4,5 тыс. экз./м³) были отмечены в августе в юго-западном секторе (ст. 4) – это 70 %, зал. Лагерь (ст. 11), зал. Камчадалов (ст. 6) и в районе пяти островов (ст. 5). К концу сентября количество науплиусов снизилось в 40 раз, в это время 77 % популяции были взрослые раки и половозрелые особи (рис. 5)

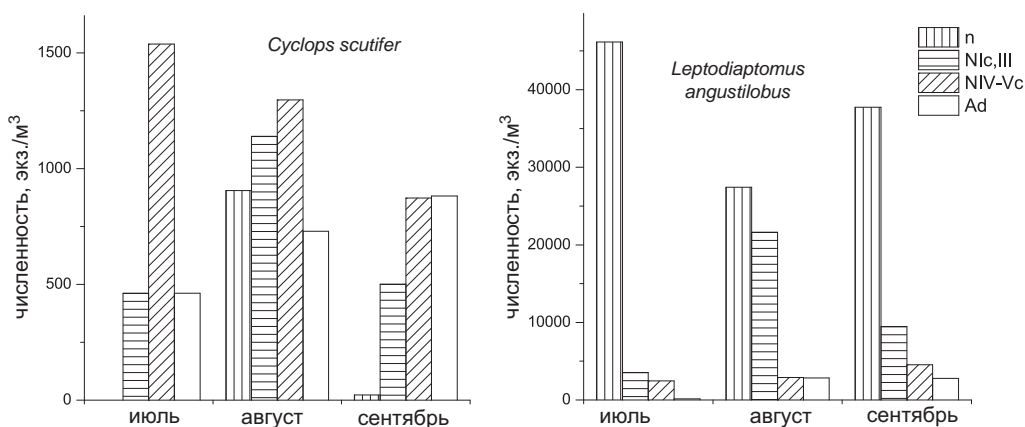


Рис. 5. Динамика численности популяций *Cyclops scutifer* и *Leptodiaptomus angustilobus* в июле–августе 2010 г. в оз. Кроноцкое.

Таким образом, наибольшая наблюдаемая биомасса *L. angustilobus* была отмечена в конце сентября – 0,23 г/м³, средняя биомасса за сезон (июль–сентябрь) составила 0,11 г/м³, что в 1,2 раза выше чем в 1978 г., и в 2,4 раза выше средней величины 1969–1975 гг.

Сезонная динамика численности и биомассы веслоногих раков в 2010 г показала, что по численности каланоида более значительно уступала копепоидному рачку, чем по биомассе, в 6 и в 2,5 раза, соответственно. Максимальная биомасса лептодиаптомуса приходилась на сентябрь – период развития взрослых и половозрелых раков и была сдвинута более чем на месяц по отношению к наибольшему показателю биомассы циклопов.

Ветвистоусые ракообразные в пелагиали озера представлены только дафниями. Доминирует в группе Cladocera – *Daphnia longispina*, в озере отмечена по всей акватории, хотя считается формой прибрежного планктона. В марте популяция вида была представлена неполовозрелыми рачками в количестве 50 экз./м³ и эфиппиумами – 100 экз./м³. Высокая численность дафний в июле 3,4 тыс. экз./м³ была представлена на 55 % особями от 0,55 до 0,7 мм. Половозрелые самки доходили до 1,35 мм, самцы в июле отсутствовали. Структура популяции в августе стала меняться в сторону роста половозрелых раков, доля мелкогабаритных особей составила 56 % (рис. 6). В небольшом количестве появились первые самцы – 68 экз./м³. В конце сентября дафнии были представлены на 82 % крупными раками от 0,95 до 1,5 мм, самцы в этот период составляли от 10 до 66 %.

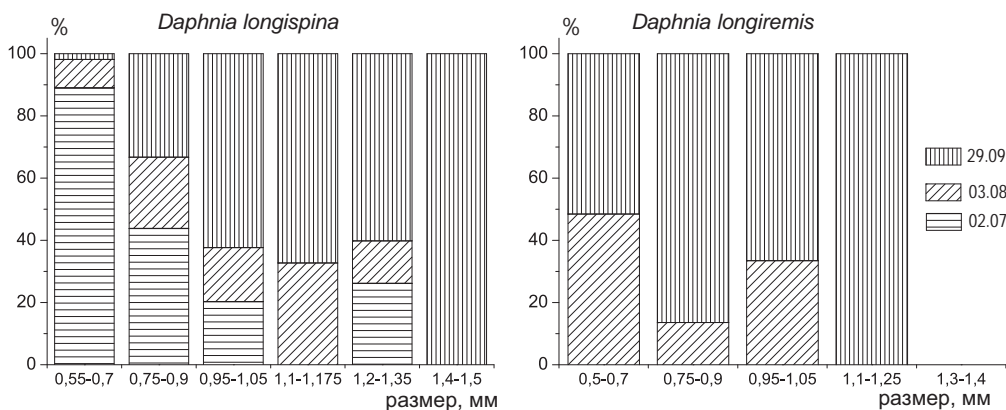


Рис. 6. Размерно-возрастная структура *Daphnia longispina* и *D. longiremis* в июле–сентябре 2010 г.

окончание таблицы 2

Месяц	Стадия	Станции								
		3	4	5	6	7	8	9	10	11
VII	n						45,1/0			
	I-IIIc						3,5/0,5			
	IV-Vc						2,5/1,5			
	Ad	-	-	-	-	-	0,2/0,5-	-	-	-
VIII	n	45,7/0	24,6/3,2	27,9/0,2	44,4/0,8			14,2/0	3,0/0	32,1/0,3
	I-IIIc	30,0/0,7	16,6/1,0	14,5/1,3	15,5/1,0			18,1/0,9	30,4/1,4	26,3/1,6
	IV-Vc	3,2/1,4	1,1/3,4	3,2/1,4	2,1/0,7			1,8/0,5	2,7/0,8	6,1/0,7
	Ad	2,9/0,1	2,5/0,04	3,6/0	2,6/0,2	-	-	3,1/0	2,1/0	3,2/0,1
IX	n	21,0/0	32,9/0	51,3/0	43,7/0	25,2/0	31,1/0	39,4/0	43,3/0,2	32,8/0
	I-IIIc	8,9/0	8,2/0	22,0/0	12,3/0,8	13,0/0,2	2,6/1,6	2,8/0,8	12,3/0,6	6,4/0,4
	IV-Vc	1,3/0,1	0,5/0,6	2,1/0,5	1,7/1,8	0,4/0,05	0,6/0,7	0,8/1,8	1,0/0,8	1,2/1,4
	Ad	0,3/0,1	1,1/0,2	0,5/0,5	0,9/0,9	0,6/0,4	1,7/0,7	1,6/1,1	1,2/1,7	1,0/2,3
<i>Daphnia longispina</i>										
III		0,05	-	-	-	-	-	-	-	-
VII		-	-			-	3,4	-	-	-
VIII		0,1	0,5	1,5	0,6	-	-	1,1	1,2	0,6
IX		0,3	0,7	1,0	3,5	-0,4	3,4	5,6	-0,9	1,4
<i>Daphnia longiremis</i>										
III		-	-	-	-	-	-	-	-	-
VII		-	-	-	-	-	-	-	-	-
VIII		0,2	-	0,4	0,6	-	-	0,1	0,5	0,2
IX		0,4	0,2	0	0,5	-	0,6	1,4	0,4	0,4
1978 г. <i>Cyclops scutifer/Leptodiaptomus angustilobus</i>										
VII	n	0,1/4,4	0,1/0,8	0,4/4,1	0,3/1,7	0,3/3,5	0/3,8	0,5/3,5	0,3/4,2	0,8/3,6
	I-IIIc	14,2/1,5	26,0/0,1	47,2/4,0	32,8/1,3	28,8/1,3	29,6/1,9	74,2/8,1	50,4/0,9	41,4/0,9
	IV-Vc	0,2/0,07	0,1/0	0,9/0,2	0,8/0	0,5/0,03	3,3/0	2,5/0,7	1,2/0	0,4/0
	Ad	0,9/0,01	1,8/0	1,6/0	1,4/1,0	1,2/0,01	2,7/0	1,3/0	2,7/0	0,8/0
VIII	n	2,3/0	2,3/0,3	2,2/0,05	3,1/0,2	0,1/0,08	4,8/0,1	2,3/0,2	1,5/0,07	3,6/0,09
	I-IIIc	26,9/0,1	38,8/0,8	19,9/0,7	31,0/1,5	17,9/0,1	26,1/0,6	30,5/1,4	33,2/0,4	25,5/0,3
	IV-Vc	0,5/0,3	1,4/1,0	2,1/1,0	2,1/2,4	0,7/0,5	2,6/2,6	2,4/1,4	2,2/1,8	1,4/0,5
	Ad	0,2/0,02	0,4/0,03	0,2/0,05	0,4/0,03	0,7/0,04	0,4/0,2	0,5/0,02	0,1/0,2	0,2/0,1
IX	n	1,4/0	1,5/0,07	1,4/0	1,2/0	1,2/	3,6/0	2,6/0,1	2,2/0	5,8/0,1
	I-IIIc	64,6/0	33,2/0,4	22,8/0	19,1/0,1	22,5/	25,6/0	17,5/0,1	1,1/0	11,2/0,1
	IV-Vc	0,1/0,05	2,2/1,8	1,2/0,6	2,1/0,6	0,7	2,0/0,6	0,9/0,7	1,3/1,5	1,7/0,7
	Ad	0,2/0,05	0,1/0,2	0,1/0,2	0,2/0,2	0,1/	0,4/0,2	0,3/0,7	0,2/0,5	0,5/0,9
X	n	4,2/0	6,2/0	-	6,7/0	1,8/0	15,2/0	0/0	8,3/0	8,1/0
	I-IIIc	53,0/0	5,7/0,03	-	19,2/0	0/0	11,4/0	5,2/0	1,5/0	3,0/0
	IV-Vc	0,6/0,2	0,3/0,4	-	0,2/0,2	0/0,1	0,6/0,5	0,3/0,3	0,1/0,5	0,1/0,5
	Ad	0,1/0,8	0,3/0,5	-	0,2/0,2	0,2/0,4	0,1/0,3	0,3/0,7	0,3/0,8	0,7/1,9
<i>Daphnia longiremis</i>										
VII		123	48	606	234	77	1134	1165	226	0
VIII		98	477	2156	1399	541	3760	1241	3,5	1,8
IX		105	2,8	4,2	2,6	1,5	5,2	1,1	3,3	5,2
X		445	0,6	-	0,4	0,2	1,1	1,7	1,9	0,9

Примечание: n – науплиусы *Soraperoda*, I-III c, IV-V c, Ad – возрастные стадии копеподитов *Soraperoda*.

ЛИТЕРАТУРА

- Балушкина Е.В., Винберг Г.Г. 1979.** Зависимость между длиной и массой тела планктонных ракообразных // Экспериментальные и полевые исследования биологических основ продуктивности озёр. Л.: Наука. С. 58–79.
- Бонк Т.В. 2001.** Сравнительная характеристика видового состава зоопланктона озёр Камчатки и Корякского нагорья // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей. Мат. II науч. конф. 9–10 апреля 2001 г. Петропавловск-Камчатский. С. 31–33.
- Киселёв И.А. 1969.** Планктон морей и континентальных водоёмов. Т. 1. Л.: Наука. 658 с.
- Крохин Е.М. 2010.** Отчёт о работах экспедиции КОНИРСА на Кроноцком озере весной 1935 г. // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого Океана. Вып. 16. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. С. 52–67.
- Куренков И.И. 1970.** Жизненный цикл *Neurodiaptomus angustilobus* (Sars) в оз. Дальнем (Камчатка) // Изв. ТИНРО. Т. 78. С. 157–169.
- Куренков И.И. 1978.** Планктон Кроноцкого озера (Камчатка) // Систематика и биология пресноводных организмов северо-востока Азии. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. Т. 49. (152). С. 46–55.
- Куренков И.И., Введенская Т.Л. 1978.** Особенности биологического цикла *Neurodiaptomus angustilobus* Sars в Кроноцком озере // Гидробиол. журн. Т. 13, №5. С. 25–29.
- Куренков И.И. 2005.** Зоопланктон озёр Камчатки. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 179 с.
- Кутикова Л.А. 1970.** Коловратки фауны СССР. Л.: Наука. 743 с.
- Лосенкова К.А., Бонк Т.В. 2013.** Таксономический состав зоопланктона в озере Начикинском и Толмачёвском водохранилище в 2012, 2013 гг. // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей. Тез. докл. XIV Межд. Науч. конф. Петропавловск-Камчатский, 14–15 ноября 2013 г. Петропавловск-Камчатский. С. 195–197.
- Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоёмах. 1984.** Зоопланктон и его продукция. Л.: Гос. НИИ озёр и реч. рыб. хоз-ва. 33 с.
- Миловская Л.В. 1983.** Продукция пелагических ракообразных в Кроноцком озере // Биологические ресурсы шельфа, их рациональное использование и охрана. Тез. докл. II регион. конф. молодых учёных и специалистов Дальнего Востока. Владивосток. С. 51.
- Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. 1995.** Ракообразные. // Под ред. С.Я. Цалолихина. Т. 2. С-П.: Наука. 631 с.
- Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Зоопланктон. 2010.** // Под ред. В.Р. Алексева. Т. 1. С-П.: ЗИН КМК. 496 с.