

**ЗООПЛАНКТОН ОЗ. СЛАДКОЕ (СЕВЕРО-ЗАПАД  
О-ВА САХАЛИН) ПО ДАННЫМ СЪЕМКИ В ИЮЛЕ 2009 Г.**

**Д.С. Заварзин**

*Сахалинский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, 693016, Россия, г. Южно-Сахалинск, ул. Комсомольская, д. 196.  
E-mail: zavarzin@sakhniro.ru*

Приведены данные по видовому составу и количественным характеристикам зоопланктона оз. Сладкое (северо-запад о-ва. Сахалин) с кратким описанием выделенных сообществ по данным съемки июля 2009 г.

**ZOOPLANKTON OF SLADKOE LAKE (NORTH-WEST  
OF SAKHALIN ISLAND) BY RESULTS OF RESEARCH  
IN JULY 2009**

**D.S. Zavarzin**

*Sakhalin Research Institute of Fisheries and Oceanography, 196 Komsomolskaya Str.,  
Yuzhno-Sakhalinsk, 693016, Russia. E-mail: zavarzin@sakhniro.ru*

The composition, structure and quantitative characteristics of zooplankton from Sladkoe Lake (North-West of Sakhalin Island) are described by results of researches in July, 2009.

В последнее время СахНИРО уделяет большое внимание изучению запасов промысловых и потенциально промысловых рыб внутренних водоемов Сахалина, в связи с чем, изучению подвергается и их кормовая база – планктон и бентос.

Данные о составе и структуре водной биоты пресноводных водоемов северо-запада Сахалина и условиях ее обитания весьма ограничены, по многим параметрам исследования в этом районе проводились почти полвека назад. Вместе с тем, данный район является перспективным не только с рыбохозяйственной точки зрения, но и как богатый нефтепромысловый район.

В июле 2009 г. лабораторией гидробиологии СахНИРО была проведена комплексная гидролого-гидробиологическая съемка, в рамках которой были собраны и пробы планктона.

Целью данной работы является описание характеристик зоопланктона озера Сладкое, как самого крупного озера северо-запада о-ва Сахалин, по материалам съемки в июле 2009 г.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

На озере Сладкое было отобрано 26 проб зоопланктона, на 26 станциях (рисунок) На всех станциях проводились измерения содержания растворенного кислорода и температуры

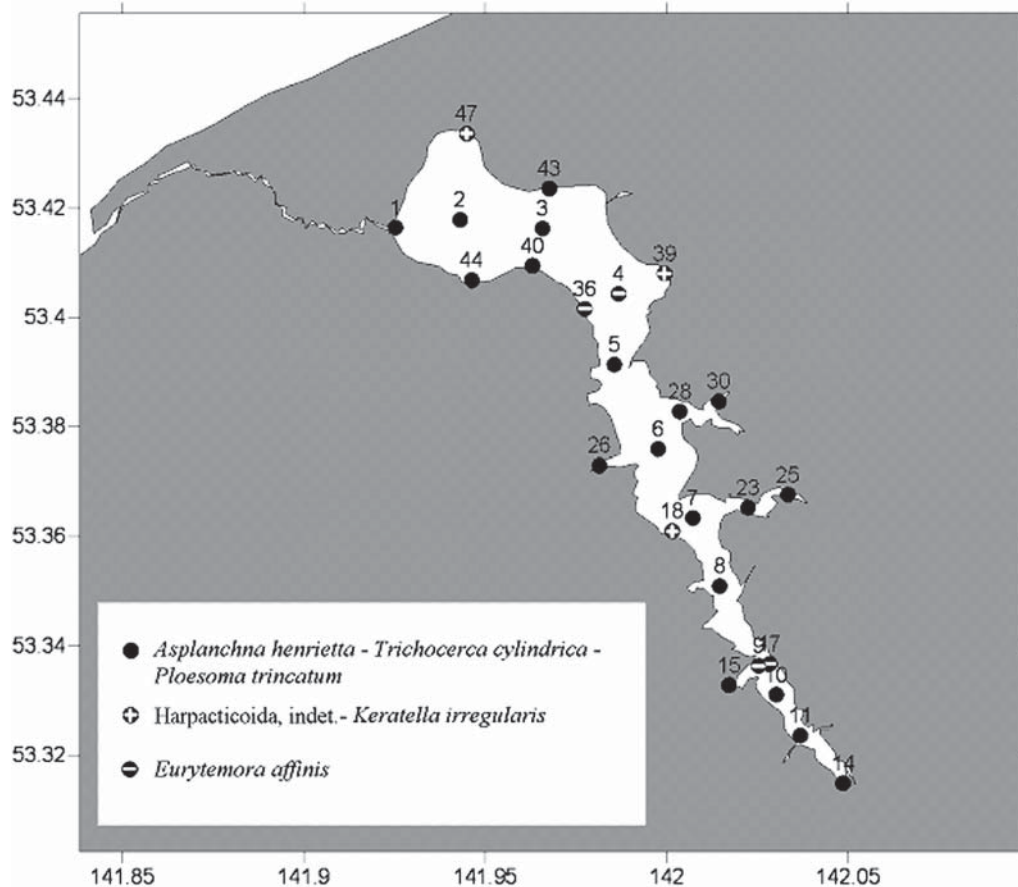


Схема станций и распределение сообществ зоопланктона в июле 2009 г.

Для количественного учета зоопланктона проводили вертикальный лов от дна до поверхности. На станциях с глубиной менее 3 м обловы проводили горизонтальным тралением. В качестве орудия лова использовали малую модель сети Джели с диаметром входного отверстия 18 см и газом № 73 (ячей – 0,081 мм). Кроме того, был проведен учет организмов зоопланктона в батометрических пробах и в пробах, отобранных ИКС-50 на тех же станциях, этим мы попытались компенсировать недостатки стандартной планктонной сетной съемки – плохую уловистость крупных активных форм и, наоборот, недоучет мелкой фракции (как показало сопоставление батометрических и сетных ловов, недоучет мелких коловраток в последних составлял в среднем от 4 до 20 раз для разных видов). Обычный для мелководий метод отбора путем проливания определенного объема воды ведром через сеть был заменен горизонтальным тралением малой моделью сети Джели,

это позволило избежать взмучивания донных осадков, и отчасти исключить попадания в сеть организмов мейобентоса.

При сопоставлении сообществ на станциях  $x$  и  $y$  использовали выражаемый в процентах индекс ценотического сходства, предложенный впервые Я. Чекановским (География..., 2002):  $C_{xy} = \sum(MINp_x, p_y)$ , где:  $p$  – доля (%) вида в общей  $B$  на станциях  $x$  и  $y$ , соответственно. Кластеризацию исходных матриц осуществляли по методу невзвешенных парно-групповых средних (Дюран, Одел, 1977). Пробы считались отобранными из одного сообщества при превышении значения индекса 40%.

При описании количественных параметров биоты применялись следующие параметры: численность ( $N$ ); биомасса ( $B$ ); относительная биомасса; частота встречаемости ( $ЧВ$ ). Определяющая величина при структуризации сообществ – коэффициент относительности ( $КО$ ):  $КО = B(\%) \times ЧВ(\%)$  (Палий, 1961), ограниченный величиной 10000. Форма считалась доминирующей, если  $КО$  попадало в предел 10000–1000; характерной 1-го порядка – 1000–100; характерной 2-го порядка – 100–10; второстепенной 1-го порядка – 10–1; второстепенной 2-го порядка – менее 1.

$$I_{ABC} = \frac{\sum_1^{1W} Bc_i - \sum_1^W Nc_i}{W}$$

Для оценки степени стабильности сообществ в ряду сукцессионных изменений применялся АВС-метод в математическом выражении (География..., 2002), где  $Bc_i$  – кумулятивная биомасса  $i$ -го вида ( $Bc_1$  – относительная биомасса доминирующего вида (%);  $Bc_2$  – сумма относительных биомасс доминирующего и следующего за ним по биомассе вида и т. д.),  $Nc_i$  – кумулятивная численность  $i$ -го вида. Положительные значения этого индекса соответствуют сообществам на поздних стадиях сукцессии (стабильным); отрицательные – сообществам на ранних стадиях сукцессии; близкие к 0 – сообществам в состоянии неустойчивого равновесия. Применение данного индекса позволяет сравнивать сообщества и участки акватории по численным значениям.

$$I_{BO} = -\sum_i^n \ln N_i$$

Для оценки видового разнообразия донных сообществ использовался индекс видового разнообразия Шеннона-Уивера ( $I_{BO}$ , бит/экз.) (География..., 2002): , где:  $N_i$  – доля  $i$ -го вида в общей  $N$  ( $B$ ).

Для выявления сходства в видовом составе зоопланктона использовали критерий степени сходства Жаккара-Алехина (Чернышева, 1980), рассчитанный по

$$K = S \frac{100\%}{D_1 + D_2 - S}$$

формуле, где  $K$  – степень сходства;  $S$  – число общих форм для обеих выборок;  $D_1$  – число форм в первой выборке;  $D_2$  – число форм во второй выборке.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

По зоопланктону оз. Сладкое в литературе данных в литературе немного. Первое количественное изучение планктона данного водоема проводилось в июле 1957 г. экспедицией Сахгосрыбвода во главе с инженером экспедиции М. Я. Казарновским. В планктоне озера было обнаружено всего 13 зоо- и фитоформ, средняя биомасса которых составляла 10,2 г/м<sup>3</sup>, по результатам исследований позднее была опубликована статья (Казарновский, 1961), в работе приведены только данные по

летнему запасу планктона, оцененному в 244,8 т. Позднее экспедицией проблемной группы кафедры биологии ЮСГПИ (ныне лаборатория экологии гидробионтов при СахГУ) под руководством профессора кафедры С.Н. Сафронова в сентябре 1993 г. было отобрано 33 количественные пробы зоопланктона, в июле 1994 г. – несколько качественных, а в августе – 17 количественных проб. Отбор осуществлялся малой моделью сети Джедди. По результатам исследований данных проб была опубликована статья (Заварзин, Сафронов, 2001). Из статьи становится понятно, что зоопланктон озера представлен в основном тремя группами организмов: Rotatoria (22 формы), Cladocera (13) и Copepoda (7). По пробам сентября 1993 г. выделено два основных сообщества зоопланктеров. По пробам августа 1994 г. приведено краткое описание пелагического сообщества. Впервые был приведен список организмов зоопланктона озера, насчитывающий 45 форм.

Как показали проведенные нами в июне 2009 г. исследования, зоопланктон оз. Сладкое был так же, как и в девяностые годы, представлен организмами трех групп – коловратками (16 видов), ветвистоусыми раками (7 видов) и веслоногими раками (5 видов). Встречавшиеся единично в пробах представители бентосных групп (водяные клещи, хирономиды) не учитывались, однако бентофилы из коловраток, ветвистоусых и веслоногих раков были учтены в связи с невозможностью точного проведения границ между планктоном и бентосом. Всего в пробах в июле 2009 г. были обнаружены 23 формы зоопланктеров (таблица). Зоопланктон представлен обычными для пресных вод Сахалина широко распространенными в палеарктике формами. Большая часть видов имеет пресноводное происхождение, и только *Eurytemora affinis* можно отнести к видам морского происхождения. Его также можно рассматривать как амфибореальный вид, распространенный в солоноватых водах и в пресных, имеющих связь с морем. Эндемичных видов обнаружено не было.

В экологическом отношении основу зоопланктона острова составляет эупланктон. В связи с небольшой глубиной озера заметное развитие получают также планктонобентосные формы. Все виды относятся к пресноводным или солоноватоводно-эвригалинным. Преобладает в озере мирный планктон. Заметную роль играют свободноплавающие особи жаберных паразитов рыб – копепоид рода *Ergasilus*.

В связи с тем, что в ряде водоемов юга острова (например в Вавайских озерах) указывавшийся ранее в работах (Боруцкий, 1964) *Neuthrodiaptomus pachipoditus* при ближайшем рассмотрении нами был определен как *Neuthrodiaptomus ostroumovi* (Лабай, Заварзин и др. 2010), нами так же был перепроверен данный вид и в оз. Сладкое. В результате было выяснено, что особи из данного водоема действительно относятся к виду *N. pachipoditus*.

Также, в связи с описанием в 2009 г. нового вида рода *Leptodora*, ранее считавшегося монотипичным (Korovchinsky, 2009), нами также были подвергнуты проверке особи данного рода из оз. Сладкое. Определение показало, что в водоеме обитает *Leptodora kindtii*.

В озере в 2010 г. было отмечено два подвида коловраток рода *Keratella* – *K. irregularis irregularis* и *K. cochlearis hispida*. *K. cochlearis hispida*, считалась подвидом, затем сезонной морфой, связанной с изменением плотности воды по сезонам. Однако после работ В.В. Хлебовича по эпигенетике (Хлебович, 2006; 2009), по

Таблица

**Видовой список зоопланктона оз. Сладкое по данным съёмки в 2009 г.**

№	Форма	Автор	Зоогеографическая характеристика	Экологическая характеристика
<b>Rotifera</b>				
1	<i>Trichocerca cylindrica</i>	(Imhof, 1891)	Голаркт	Фитофил, пелагофил
2	<i>Trichocerca capucina</i>	(Wierzejski et Zacharias, 1893)	Голаркт	Фитофил, пелагофил
3	<i>Trichocerca</i> sp.	-	-	Фитофил, пелагофил
4	<i>Polyarthra</i> sp.	-	-	Пелагофил
5	<i>Ploesoma truncatum</i>	(Levander, 1894)	Голаркт, кроме того, известен из Неотропической области	Фитофил, пелагофил
6	<i>Bipalpus hudsoni</i>	(Imhof, 1891)	Голаркт, известен также из Китая	Пелагофил
7	<i>Asplanchna henrietta</i>	Langhans, 1906	Палеаркт	Пелагофил
8	<i>Lecane luna luna</i>	(O.F. Müller, 1776)	Космополит	Убиквист
9	<i>Euchlanis lucksiana</i>	Hauer, 1930	Космополит	Фитофил, пелагофил
10	<i>Euchlanis lyra larga</i>	Kutikowa, 1959	Палеаркт	Фитофил, пелагофил
11	<i>Euchlanis alata</i>	Voronkov, 1911	Голаркт	Вероятно фитофил, пелагофил
12	<i>Brachionus diversicornis diversicornis</i>	(Daday, 1883)	Палеаркт, известен также из Африки	Пелагофил
13	<i>Keratella cochlearis hispida</i>	(Lauterborn, 1898)	Голаркт	Фитофил, пелагофил
14	<i>Keratella irregularis irregularis</i>	(Lauterborn, 1898)	Голаркт	Пелагофил
15	<i>Filinia longiseta longiseta</i>	(Ehrenberg, 1834)	Космополит	Убиквист
16	<i>Rotifera</i> , indet.			Пелагофил
<b>Cladocera</b>				
17	<i>Sida crystallina crystallina</i>	(O.F. Müller, 1776)	Палеаркт	Фитофил
18	<i>Limnospida frontosa</i>	Sars, 1862	Палеаркт	Пелагофил
19	<i>Monospilus</i> sp.			Бентофил
20	<i>Chydorus sphaericus</i> s.lat.	(O. F. Müller, 1785)	Космополит, не указан лишь для Нов. Зеландии и Антарктиды	Убиквист
21	<i>Disparalona rostrata rostrata</i>	(Koch, 1841)	Голаркт	Бентофил, фитофил
22	<i>Bosmina longirostris</i> s.lat.	(Mueller, 1785)	Космополит	Пелагофил
23	<i>Leptodora kindtii</i>	(Focke, 1844)	Голаркт	Пелагофил

окончание таблицы

№	Форма	Автор	Зоогеографическая характеристика	Экологическая характеристика
<b>Соперода</b>				
24	<i>Eurytemora affinis</i>	(Poppe, 1880)	Голаркт или амфибореал (по-видимому, комплекс видов)	Пелагофил
25	<i>Neutrodiaptomus pachypoditus</i>	(Rylov, 1925)	Палеаркт	Пелагофил
26	<i>Diacyclops</i> sp.	-	-	Бентофил
27	<i>Harpacticoida</i> , indet.	-	-	Бентофил, фитофил
28	<i>Ergasilus</i> sp.	-	-	Вероятно фитофил, пелагофил

видимому, не остается сомнений по поводу того, что большая часть ранее описанных подвидов этого организма являются оборонительными морфами *K. cochlearis tecta*, что также подтверждается и зарубежными авторами (Stemberger, 1984). То же относится и к *K. irregularis irregularis*.

Биомасса зоопланктона распространена по озеру неравномерно. Минимальная численность организмов по станциям составила около двух тысяч экз./м<sup>3</sup> (проба №17 в южной части водоема), максимальная – более пятисот тысяч экз./м<sup>3</sup> (№ 8, также в южной части озера), средняя – около двухсот тысяч экз./м<sup>3</sup>. Значения биомассы колебались в пределах от 19 мг/м<sup>3</sup> (станция № 18 в центральной части озера) до более 300 мг/м<sup>3</sup> (станции 5, 9, 10, 43).

Как по численности (97,4% от общей средней), так и по биомассе (68,6% от общей средней) в водоеме преобладали коловратки. В формировании биомассы зоопланктона также заметную роль играли копеподы – 25,7% от общей средней, хотя их численность составляла всего 2,3%. Роль кладоцер в формировании биомассы в водоеме в период исследования, несмотря на наличие крупных форм, была незначительна (5,7% от общей средней), в связи с их крайне низкой численностью – всего 0,2% общей средней.

Форм, доминирующих по всей акватории, в период исследования в водоеме не было, однако можно выделить наиболее многочисленных в целом – это коловратки рода *Keratella* (37,9 % от общей средней численности), *Polyarthra* sp. (22,73%), *Trichocerca cylindrica* (14,39%), *Filinia longiseta* (12,5%) и наиболее массовых – *Asplanchna henrietta* (15,94% от общей средней биомассы), *T. cylindrica* (13,13%), *Ploesoma truncatum* (12,1%) и *Eurytemora affinis* (12,37%). Таким образом, эдификаторами зоопланктонных сообществ в период исследований являются, за исключением единственного рачка *E. affinis*, коловратки.

Путем кластеризации по степени ценоотического сходства нами было выделено три сообщества зоопланктона в озере (см. рис. 1).

Как состав сообществ, так и их распределение по акватории заметно отличались от таковых в сентябре 1993 г. Доминировали, за исключением *E. affinis*,

совсем другие виды, что, вероятно, связано с другим сезоном проведения исследований.

Большую часть акватории водоема в июле 2009 г. занимало сообщество *Asplanchna henrietta* – *Trichocerca cylindrica* – *Ploesoma truncatum*. Доминировали в нем коловратки (76% общей биомассы), на долю рачков приходилось – 19% на веслоногих и 5% на ветвистоусых. Облигатным хищникам принадлежало 22% биомассы сообщества. Заметную роль в планктоценозе играли свободноплавающие особи копепод рода *Ergasilus* – жаберных паразитов рыб, их численность в среднем составляет 432 экз./м<sup>3</sup>, вид в сообществе занимает место характерного первого порядка. Преобладали пелагические формы. Численность организмов в среднем составляла более 200 тысяч экз./м<sup>3</sup>, биомасса – около 180 мг/м<sup>3</sup>. Индекс видового разнообразия составлял 1,81 по численности и 2,53 по биомассе, АВС-индекс положительный, что позволяет условно считать сообщество равновесным.

Сообщество *Narptacticoida*, indet. – *Keratella irregularis* – типично прибрежное, о чем, помимо расположения станций, говорит и состав видов – основные доминанты – гарпактициды – организмы обычные в мейобентосе. По численности в сообществе преобладают коловратки (94 % от общей), по биомассе – копеподы (51% от общей). Хищники составляют всего 4,9% общей биомассы. Численность эргазилид здесь несколько меньше чем в пелагиали (более 180 экз./м<sup>3</sup>), но они все равно находятся в статусе характерных первого порядка. Численность организмов составляла около 60 тысяч экз./м<sup>3</sup>, биомасса немногим более 53 мг/м<sup>3</sup> – наиболее низкая для трех сообществ. Индекс видового разнообразия был 1,39 по численности и 2,23 по биомассе, АВС-индекс отрицательный – сообщество неравновесно.

Сообщество *Eurytemora affinis* отмечалось и в пелагиали озера и в прибрежье. Сообщество монодоминантно. Облигатные хищники составляли 7,1% общей средней биомассы. Доминировавший вид – эврифаг. По численности в сообществе преобладали коловратки (96,3% от общей средней численности сообщества), а по биомассе – копеподы (54,0% от общей средней биомассы сообщества), составлявшие по численности всего 3,4%. Роль клadoцер незначительна (0,3% численности и 3,8% биомассы). Роль эргазилид ниже чем в предыдущих сообществах, их статус – характерные второго порядка. Численность организмов составляла около 180 тысяч экз./м<sup>3</sup>, биомасса в районе 170 мг/м<sup>3</sup>. Индекс видового разнообразия по численности – 1,36, по биомассе – 2,17. АВС-индекс составил 0,6 – сообщество в равновесии.

В целом видно, что колебания ИВР по сообществам незначительные, а АВС-индекс, напротив имеет значительную амплитуду.

Сравнение списка зоопланктеров в 1993, 1994 и 2009 гг. (при сравнении не учитывались бентосные группы – водяные клещи и хирономиды) дало следующие результаты: сходство фаун между съемками 1993-1994 гг. составило 65,9%, 1993-2009 – 71,4%, 1994-2009 – 57,9%. Таким образом, заметных изменений в фауне зоопланктона оз. Сладкое с девяностых годов не произошло, отличия незначительны и обусловлены, по-видимому, разными сезонами исследований.

Сравнивая сообщества зоопланктона сентября 1993 г. и июля 2009 можно отметить, что при сходном составе организмов доминируют другие формы, в то время как сообщество пелагиали с преобладанием *A. henrietta* и *P. truncatum* в августе 1994 г. по структуре близко к таковому в июле 2009, что опять же говорит в пользу

того, что зоопланктон озера не претерпел заметных изменений с девяностых годов и отличия носят в основном сезонный характер.

Сопоставляя биомассы нужно учесть, что при исследованиях зоопланктона озера в девяностые годы использовали только сеть Джели и не применяли повышающих коэффициентов. В связи с этим, для корректности сопоставления мы использовали данные 2009 г. только по уловам сетью Джели.

Так, в сентябре 1993 г. в уловах биомасса колебалась от 5,5 мг/м<sup>3</sup> до 2040,8 мг/м<sup>3</sup>, в августе 1994 г. – от 33,8 до 4000,0 мг/м<sup>3</sup>, а в июне 2009 г. – от 16,2 мг/м<sup>3</sup> до 329 мг/м<sup>3</sup>. Заметная разница в биомассе, по-видимому, опять же связана с ее сезонными колебаниями.

По результатам всех съемок отмечалась довольно высокая плотность эргазилид в зоопланктоне озера, что подразумевает высокую зараженность рыб в озере данными жаберными паразитами.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В июне 2009 г., зоопланктон оз. Сладкое был представлен организмами трех групп – коловратками (16 видов), ветвистоусыми раками (7 видов) и веслоногими раками (5 видов). Большая часть видов относится к широко распространенным в Палеарктике формам. Эндемичных видов обнаружено не было. Как по численности, так и по биомассе в водоеме резко превалировали коловратки. Значения биомассы колебались в пределах от 19 мг/м<sup>3</sup> до более 300 мг/м<sup>3</sup>. Основным сообществом зоопланктона озера является пелагическое. Доминируют в сообществе пелагиали коловратки – *A. henrietta*, *T. cylindrical*, *P. truncatum*. Заметных изменений в фауне зоопланктона оз. Сладкое с девяностых годов не произошло, отличия незначительны и обусловлены, по-видимому, разными сезонами исследований.

Автор выражает глубокую благодарность всем сотрудникам СахНИРО, принимавшим участие в сборе материалов.

### ЛИТЕРАТУРА

- Боруцкий, Е.В. 1964.** Зоопланктон Вавайских озер Южного Сахалина // Озера Южного Сахалина и их ихтиофауна. Изд-во МГУ. С. 97–140.
- География и мониторинг биоразнообразия. 2002.** М.: изд-во Научного и методического центра. 432 с.
- Дюран Б., Одел П. 1977.** Кластерный анализ. М.: Статистика. 128 с.
- Заварзин Д.С., Сафронов С.Н. 2001.** Зоопланктон озера Сладкое (северо-западный Сахалин) // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. № 1. С. 187–194.
- Казарновский М.Я. 1961.** Озеро Сладкое – ценный водоем // Рыбная промышленность Дальнего Востока. № 3. С. 10.
- Лабай В.С., Заварзин Д.С., Коновалова Н.В. и др. 2010.** Планктон и бентос озер Вавайской системы (южный Сахалин) и условия их обитания. Южно-Сахалинск: изд-во СахНИРО. 216 с.
- Палий В.Ф. 1961.** О количественных показателях при обработке фаунистических материалов // Зоол. ж. Т. 40, вып. 1. С. 3–6.
- Хлебович В.В. 2006.** Новое окно в эпигенетику // Природа. N.7. С.22-29.
- Хлебович В.В. 2009.** Дискретные адаптивные нормы: механизмы и роль в эволюции // Труды Зоологического института РАН Приложение № 1. С. 219–231



- Чернышева Э.Р. 1980.** К биогеографической характеристике зоопланктонных копепод прибрежной зоны северо-восточного Сахалина // Распределение и рациональное использование водных зооресурсов Сахалина и Курильских островов. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. С. 32 – 37.
- Korovchinsky N.M. 2009.** The genus *Leptodora* Lilljeborg (Crustacea: Branchiopoda: Cladocera) is not monotypic: description of a new species from the Amur River basin (Far East of Russia) // Zootaxa. V. 2120. P. 39–52.
- Stemberger R. 1984.** Spine development in the rotifer *Keratella cochlearis*: induction by cyclopoid copepods and Asplanchna / R.S. Stemberger, J.J. Gilbert // Freshwater Biology. V. 14, Issue 6. P. 639–647.