

**ВИДОВОЙ СОСТАВ, СТРУКТУРА И СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА  
ЗООПЛАНКТОНА ОЗ. АНГРЕ В 2019–2020 ГГ. (КАМЧАТКА)****Т.В. Бонк<sup>1</sup>, Г.Н. Маркевич<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Камчатский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» («КамчатНИРО»), ул. Набережная, 18, г. Петропавловск-Камчатский, 683000, Россия. E-mail: [bonk.t.v@kamniro.ru](mailto:bonk.t.v@kamniro.ru)

<sup>2</sup>Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Ленинские горы, 1, г. Москва, 119991, Россия. E-mail: [g-markevich@yandex.ru](mailto:g-markevich@yandex.ru)

Исследования зоопланктона на малоизученном до настоящего времени оз. Ангре позволили определить видовой состав, выделить доминирующую группу организмов. Проследить структуру и сезонную динамику основных видов ракообразных. Установлено, что ведущими видами в планктоне являются *Cyclops scutifer* и *Daphnia* группы *longispina*. Основное развитие этих видов приходится на летний период. При этом у популяции циклопов достаточно высокая биомасса прослеживается с марта по ноябрь, а у дафний – с июля по ноябрь.

**SPECIES COMPOSITION, STRUCTURAL AND SEASONAL  
DYNAMICS OF ZOOPLANKTON OF THE ANGRE LAKE  
IN 2019–2020 (KAMCHATKA)****T.V. Bonk<sup>1</sup>, G.N. Markevich<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Kamchatka branch of «Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography» («KamchatNIRO»), 18 Naberezhnaya St., Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000, Russia. E-mail: [bonk.t.v@kamniro.ru](mailto:bonk.t.v@kamniro.ru)

<sup>2</sup>Lomonosov Moscow State University, 1 Leninskiye Gory, Moscow, 119991, Russia. E-mail: [g-markevich@yandex.ru](mailto:g-markevich@yandex.ru)

Zooplankton research in the Angre Lake, poorly explored till now, clarified species composition and revealed dominant group of organisms. Structural and seasonal dynamics of major representatives of crustaceans was analyzed, dominant role of *Cyclops scutifer* and *Daphnia* from the group *longispina* in the plankton was demonstrated. Principal development of these species takes place in summer. At the same time *Cyclops scutifer* population demonstrates rather high biomass from May to November, and population of *Daphnia* – from July to November.

На Камчатке ещё много малоизученных или совсем не изученных озер, о фауне которых нам практически ничего не известно. Горный рельеф, густая стланиковая растительность, отсутствие дорог и троп делают большинство камчатских озер труднодоступными. К тому же, если они не входят в сферу экономических интересов региона, то выпадают из круга задач рыбохозяйственной науки.

Однако интерес к этим водоемам всегда высок, ибо они являются изолированными водными системами локальных эндемичных форм рыб, например, гольцов-палий (Есин, Маркевич, 2017) и имеют индивидуальный облик зоопланктонного сообщества, сформированного в длительной изоляции (Бонк, 2001; Бонк и др., 2007; Лепская и др., 2020)

Одним из таких водоемов является оз. Ангрэ, о зоопланктоне которого до настоящего времени ничего не было известно.

Цель настоящей работы определить видовой состав и видовую структуру зоопланктона оз. Ангрэ и описать биологию ракообразных, доминирующих в планктоне водоема.

### Материал и методы

Материалом для работы послужили данные, полученные при обработке количественных проб зоопланктона, которые собирали раз в месяц в 2019 и 2020 гг. на глубоководной (ст. 1) и более мелководной (ст. 2) станциях (рис. 1). Всего было собрано 20 проб зоопланктона.

Отбор проб проводили сетью Джеди с диаметром входного отверстия 18 см и размером ячеей фильтрующего конуса 93 мкм (газ № 70). Пробы фиксировали 4% раствором формальдегида и обрабатывали по стандартной методике (Методические рекомендации..., 1984). Биомассу компонентов зоопланктона рассчитывали по индивидуальной массе организмов с учётом их размеров (Балушкина, Винберг, 1979; Косова, 1961). Видовую принадлежность устанавливали по определителям (Кутикова, 1970; Определитель..., 1995, 2010). Показатель встречаемости оценивали по Андроникова, 1996). Вид, составляющий более >20% от численности зоопланктона отнесён к доминирующим, встреченный в диапазоне от 15–20 характеризуется как обильный, 10–15% – средний, <5% – редкий.

### Результаты и обсуждение

Озеро Ангрэ – лавово-подпрудного типа, расположено у южного подножья Ичинского вулкана (55°30′ с.ш.; 157°41′ в.д.). Оно находится в центральной части полуострова Камчатка на высоте 750 м над уровнем моря. Этот небольшой бессточный водоём (площадью 0,23 км<sup>2</sup>) образован в результате подпруживания лавовым потоком р. Палео-Кетачан при извержении конуса Северный Черпук (Есин, Маркевич, 2017).

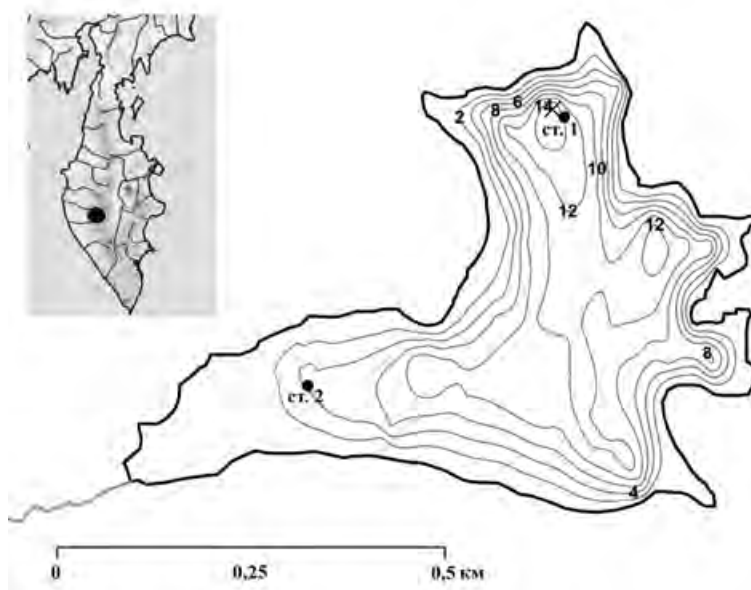


Рис. 1. Батиметрическая карта оз. Ангрэ и станции отбора проб зоопланктона в 2019–2020 гг.

Озеро отличается значительными перепадами уровня воды в течение года. Например, на ст. 1 глубина изменялась от 8,9 до 16,0 м, а на ст. 2 – от 4,2 до 12,3 м. В период максимального наполнения в мае-июне, в результате снеготаяния, глубина озера достигает 25–27 м (в среднем 10–12 м). В течение лета уровень опускается на 3–5 м, а к февралю озеро теряет четверть от весеннего объема воды. Это обусловлено особенностями фильтрации через лавовую плотину.

В озеро впадает ручей, который вытекает из мелководного (средняя глубина 3 м) ледникового оз. Тымкыгытхын (Есин, Маркевич, 2017; Есин и др., 2019). В июле вода в озере у поверхности прогревается до 12,5 °С, а к сентябрю понижается до 4,9 °С. У дна водоёма температура изменяется с 4,0 до 4,9 °С. Содержание растворённого кислорода в оз. Ангре высокое, а его распределение по глубине равномерное.

Ихтиоценоз в водоеме представлен только мальмой *Salvelinus malma*, которая образовала две эндемичные формы, отличающиеся по способу питания: бентофаги и планктофаги (Есин, Маркевич, 2017; Есин и др., 2019).

Видовой состав зоопланктона оз. Ангре включает 18 таксонов видового и подвидового рангов, из них Rotifera – 9 таксонов, Copepoda – 6, Cladocera – 3 (табл. 1). Это виды, обычные для озёр Камчатки.

Доминантный комплекс пелагического зоопланктона озера включает 5 видов: *Asplanchna priodonta*, *Kellicottia longispina*, *Keratella quadrata*, *Notholca acuminata*, *Cyclops scutifer*, *Daphnia* группы *longispina*. Обращает на себя внимание присутствие в озере хищной каляниды *Heterocope saliens*, которая может существенно

Таблица 1

Видовой состав и средняя численность (экз./м<sup>3</sup>) зоопланктона оз. Ангре в 2019–2020 гг.

Таксон	Ст. 1	Ст. 2	Показатель встречаемости
<b>Rotifera</b>			
<i>Asplanchna priodonta</i>	1590	1154	доминантный
<i>Keratella quadrata</i>	889	460	обильный
<i>K. cochlearis</i>	0.6	0.6	редкий
<i>Kellicottia longispina</i>	684.8	206.0	средний
<i>Polyarthra major</i>	81.6	67.0	редкий
<i>Notholca acuminata</i>	779.5	1196	доминантный
<i>N. acuminata extensa</i>	<1	<1	редкий
<i>N. squamula</i>	8.5	15.2	редкий
<i>Synchaeta oblonga</i>	0,0	16,3	редкий
<b>Copepoda</b>			
Calanoida			
<i>Heterocope saliens</i>	0	<1	редкий
Cyclopoida			
<i>Eucyclops speratus</i>	<1	<1	редкий
<i>Cyclops scutifer</i>	85 223.4	52 059.0	доминантный
<i>Diacyclops bicuspidatus</i>	<1	<1	редкий
<i>Acanthocyclops vernalis</i>	1360.7	772.6	редкий
<i>Megacyclops</i> sp.s	0	<1	редкий
<b>Cladocera</b>			
<i>Daphnia</i> группы <i>longispina</i>	21 211.0	12 601.0	доминантный
<i>Chydorus sphaericus</i>	0	0.9 <1	редкий
<i>Alona werestschagini</i>	2.9	0.9 <1	редкий

влиять на обилие других зоопланктёров. В данном водоёме по встречаемости вид относится к категории редких (табл. 1), в планктонных пробах он был обнаружен в середине июля 2019 г., численность рачка составила в среднем 3 экз./м<sup>3</sup>. Так что существенного влияния на величину биомассы ракообразных он не оказывает. Такие виды, как *Eucyclops speratus*, *Acanthocyclops vernalis*, *Megacyclops* sp., *Alona werestchagini*, *Chydorus sphaericus* приурочены больше к литоральной зоне и поэтому в пелагиали озера имеют низкую численность (табл. 1).

В планктоне, как по численности, так и по биомассе доминировали копеподы, главным образом *C. scutifer* (84%). В формировании биомассы наряду с циклопами в августе-сентябре значительная роль принадлежала *Daphnia* группы *longispina*, в среднем 64% (табл. 2). Показатели обилия других видов зоопланктона очень низкие и только *A. vernalis* увеличивает общую численность в июле на 7%, в январе – 11%, а биомассу копепод и общую в январе на 40%.

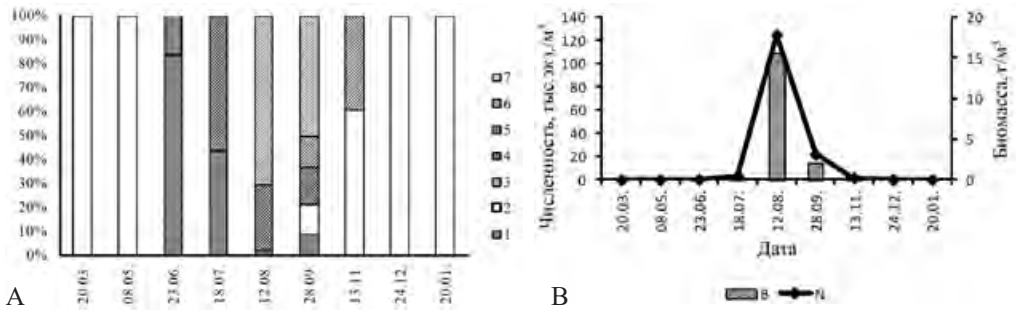
Основное развитие коловраток было отмечено с июня по август, с максимальными значениями в июле ( $N = 12.7$  тыс.экз./м<sup>3</sup>;  $B = 91,5$  мг/м<sup>3</sup>). Если численность создавали почти все из выше перечисленных видов, то в биомассу основной вклад внесла крупная аспланхна. В зимний период сообщество коловраток в озере имело невысокую численность (285 экз./м<sup>3</sup>) и было представлено только *Kellicottia longispina* и *Keratella quadrata*.

Популяция *Daphnia* группы *longispina* в марте состояла из эфиппий с численностью – 1000 экз./м<sup>3</sup>. Первые молодые рачки (10 экз./м<sup>3</sup>) длиной 0,5 мм появились в планктоне 8 мая. В июне 50% общей численности вида составляли половозрелые особи (305 экз./м<sup>3</sup>), из которых 9% самок были яйценосными. Партеногенетические самки вынашивали от 7 до 12 яиц (в среднем 9), размер самок в это время составил 1,15–1,32 мм. В июле численность и биомасса дафний увеличилась в 3 раза, при этом яйценосные самки составили всего 26% численности рачков, также снизилась в два раза их плодовитость. В августе партеногенетическое размножение дафний в озере завершилось, в планктоне в изобилии появились самцы и взрослые самки без яиц в соотношении 64:36, на долю неполовозрелых особей приходилось 7% численности дафний. Максимум численности и биомассы популяция дафний достигла в августе (табл. 2). В сентябре численность дафний снизилась в 6 раз, самцы составляли 49%, эфиппийальные самки – 12% и взрослые особи размером 1,3–1,5 мм – 18%. В ноябре в планктоне найдены лишь самки с покоящимися яйцами и уже отложенные эфиппии, а в зимние месяцы – только покоящиеся яйца (рис. 2).

Таблица 2

Количественные показатели зоопланктона оз. Ангре

Дата	N, тыс. экз./м <sup>3</sup>	Соотношение основных групп, %			B, г/м <sup>3</sup>	Соотношение основных групп, %		
		Copepoda	Cladocera	Rotifera		Copepoda	Cladocera	Rotifera
20.03.19 г.	14,9	92	0	8	0,30	99	0	1
08.05.19 г.	77,0	100	0	0	2,16	100	0	0
23.06.19 г.	124,3	93	0	7	0,54	91	2	7
18.07.19 г.	144,2	89	2	9	1,51	87	7	6
12.08.19 г.	295,5	55	42	2	18,52	16	84	0
28.09.19 г.	122,3	80	18	2	4,38	55	45	0
13.11.19 г.	31,8	93	5	2	1,02	74	26	0
24.12.19 г.	1,3	83	0	17	0,02	100	0	0
20.01.20 г.	0,6	94	0	6	0,02	100	0	0



**Рис. 2.** Структура и сезонная динамика численности и биомассы популяции *Daphnia longispina* в оз. Ангре в 2019–2020 гг. А: 1 – яйца, 2 – эфипии, 3 – неполовозрелые особи, 4 – взрослые рачки, 5 – партеногенетические самки, 6 – эфипиальные самки, 7 – самцы. В: N – численность, B – биомасса

*Cyclops scutifer* – самый распространённый вид в озёрах Камчатки, ведущий кормовой объект для молоди лососевых рыб (Носова, 1970; Куренков, 2005; Базаркина, 2006; Миловская, 2007; Вецлер, 2009). В марте популяция циклопа была представлена почти всеми возрастными стадиями, кроме половозрелых рачков. Численно доминировали копеподиты IV–V стадий (47 и 41%, соответственно), 10% составляли науплии. В начале мая науплиусы и циклопы младших копеподитных стадий в планктоне не встречаются, 62% численности вида представлены копеподитами V стадии, из половозрелых особей появились самцы (36%), самки составили всего 0,5%. В середине июня отмечено интенсивное размножение циклопов, среди половозрелых самок, достигших максимальной численности (6 тыс. экз./м³), половина вынашивала яйца. В это время отмечался пик численности науплиусов (83% от численности популяции).

Средняя плодовитость составила 18 яиц на самку, плотность потерянных яиц достигла 9 тыс./м³. В июле размножение циклопов замедляется и, несмотря на наличие всех возрастных стадий, максимальных значений численности достигают младшие копеподиты II–III стадий (85%). Переход в следующие возрастные группы с максимумом численности копеподитов IV стадии (73%) был отмечен в первой декаде августа, половозрелые особи в планктоне не встречались. Популяция *C. scutifer* в это время достигла пиковых значений численности 238,9 тыс. экз./м³ и биомассы 2,9 г/м³.

В сентябре был прослежен второй подъём размножения, менее активный. Структура популяции циклопов была представлена взрослыми копеподитами (IV – 33%, V – 63%), а из половозрелых – только самками (4%). Из них 0,2% – самки с яйцами. Средняя плодовитость составила 12ov/♀ov. Появление самцов и науплиусов в ноябре – признак наличия в популяции двух когорт.

Зимой, в декабре-январе численность циклопов минимальна, в среднем 0,5 тыс экз./м³. В это время популяция состояла на 49% из копеподитов V стадии, 15% – это молодь циклопов, 20% – копеподиты I стадии и по 8% – половозрелые особи, самцы и самки без яиц (рис. 3).

Таким образом, в популяции циклопов оз. Ангрэ отмечено два подъёма размножения. Основной проходил в июне-июле, в результате чего летнее поколение уходит в зиму в основном копеподитами V возрастной стадии и половозрелыми раками. Следующий пик размножения вида, менее интенсивный, проходит в конце сентября – октябре. В ноябре появляются науплии нового поколения и в зиму осенняя когорта циклопов уходит молодью и рачками I копеподит-

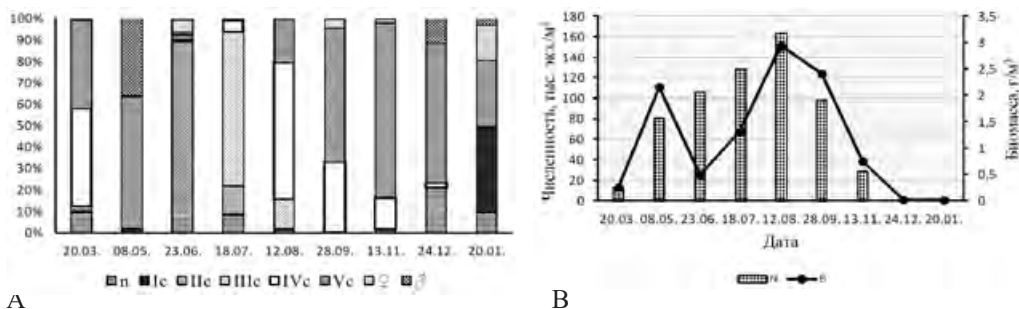


Рис. 3. Структура популяции *Cyclops scutifer* (А) и сезонная динамика численности и биомассы (В) в 2019–2020 гг.

ной стадии. В зимний период развитие рачков продолжается, но размножения не происходит.

Исследования зоопланктона показали, что доминирующими видами в планктоне являются *Cyclops scutifer* и *Daphnia* группы *longispina*. Основное развитие этих видов приходится на летний период. Так максимальные количественные показатели, как циклопов, так и дафний были отмечены в августе. При этом у популяции циклопов достаточно высокая биомасса прослеживается с марта по ноябрь, а у дафний – с июля по ноябрь (табл. 2). Следует также отметить, что в январе в планктоне кроме циклопов присутствовала более крупная копепода *Acanthocyclops vernalis* которая составляла 40% биомассы копеподного планктона.

## Литература

- Андроникова И.Н. 1969. Структурно-функциональная организация зоопланктона озёрных экосистем разных трофических типов. СПб: Наука. 189 с.
- Базаркина Л.А. 2004. Механизмы регуляции численности в популяциях планктонных ракообразных мезотрофного лососевого озера Азабачье (Камчатка). Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Москва. МГУ. 26 с.
- Балушкина Е.В., Винберг Г.Г. 1979. Зависимость между массой и длиной тела у планктонных животных // Общие основы изучения водных экосистем. Л.: Наука. С. 169–172.
- Бонк Т.В. 2001. Сравнительная характеристика видового состава зоопланктона озёр юга Камчатки и Корякского нагорья // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей. Мат. II науч. конф. Петропавловск-Камчатский. С. 31–32.
- Бонк Т.В., Лепская Е.В., Маркевич Г.Н. 2007. Планктонное сообщество оз. Чаша (Камчатка) // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей. Мат. VIII Межд. науч. конф. Петропавловск-Камчатский, 27–28 ноября 2007 г. П-К. С. 22–24.
- Вецлер Н.М. 2009. Структурные особенности и динамика зоопланктонного сообщества в пелагиали озера Дальнее (Камчатка): автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.18 / Вецлер Наталья Михайловна – Петропавловск-Камчатский. 25 с.
- Есин Е.В., Маркевич Г.Н. 2017. Гольцы рода *Salvelinus* азиатской части Северной Пацифики: происхождение, эволюция и современное разнообразие. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 188 с.
- Есин Е.В., Мельник Н.О., Зленко Д.В., Шкиль Ф.Н., Маркевич Г.Н. 2019. Симпатрическая диверсификация камчатской мальмы *Salvelinus malma* (Salmonidae) в экосистеме предельно малого размера // Вопр. ихтиол. Т. 59. № 6. С. 733–736.
- Косова А.А. 1961. Вычисленные веса некоторых форм зоопланктона низовьев дельты Волги // Тр. Астрахан. Заповедника. Вып. 5. С. 171–158.
- Куренков И.И. 2005. Зоопланктон озер Камчатки / И.И. Куренков. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 178 с.
- Кутикова Л.А. 1970. Коловратки фауны СССР. Л.: Наука. 697 с.
- Лепская Е.В., Бонк Т.В., Сушкевич А.С., Лозовой А.П., Гордиенко В.Н. 2020. Новые данные о биоразнообразии ракообразных пресных и морских вод Камчатки // Докл. XIX–XX междунар.

конф. «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей» (14–15 ноября 2018 г. – 12–13 ноября 2019 г.), П-Камчатский: Камчатпресс. С. 35–44.

**Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. 1984.** // Под ред. Г.Г. Винберга и Г.М. Лаврентьевой. Л: Промрыбвод, 1984. 19 с.

**Миловская Л.В. 2007.** Влияние абиотических и биотических условий на формирование кормовой базы молоди нерки (*Oncorhynchus nerka* Walbaum) в пелагиали оз. Курильское (Камчатка). Автореф. дис ... канд. биол. наук. Петропавловск-Камчатский. 24 с.

**Носова И.А. 1970.** Данные по биологии размножения и развития *Cyclops scutifer* Sars озера Курильского. // Изв. ТИНРО. Т. 78. С. 171–185.

**Определитель пресноводных беспозвоночных СССР. 1995.** Т. 2. Ракообразные. – С-П.: Типограф. № 1 ВО «Наука». 631 с.

**Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. 2010.** Т. 1. Зоопланктон. М–С.-П. КМК. 495 с.