© Ремизова Н.П., 2021, Океанологические исследования, 2021, Том 49, № 1, С. 26–36

УДК: 591.524 DOI: 10.29006/1564-2291.JOR-2021.49(1).2

# ЗООПЛАНКТОН СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ У ПОБЕРЕЖЬЯ ТАМАНИ В ЛЕТНЕ-ОСЕННИЙ ПЕРИОД 2018 И 2019 гг.

**Ремизова Н.П.**

*Новороссийский учебный и научно-исследовательский морской биологический центр (филиал) ВГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», Россия, 353905, Новороссийск, ул. Набережная им. Адмирала Серебрякова, д. 43, e-mail: biozentr@yandex.ru*

Статья поступила в редакцию 25.01.2021, одобрена к печати 16.04.2021.

Изучены таксономический состав, количественные характеристики зоопланктона северо-восточной части Черного моря вблизи побережья Тамани в летне-осенний период 2018 и 2019 гг. Зоопланктон был представлен в основном эвритермными и теплолюбивыми формами. Все обнаруженные виды и таксоны в настоящее время являются типичными для Черного моря, включая виды-вселенцы копепод *Acartia tonsa, Oithona davisae* и гребневиков *Mnemiopsis leidyi, Beroe ovata.* Средняя численность зоопланктона в 2018 г. колебалась пределах 2.7–15.9 тыс. экз./м$^3$, биомасса – 0.02–0.14 г/м$^3$; в 2019 г. цифры были ниже, соответственно, 2.0–5.6 тыс. экз./м$^3$ и 0.02–0.07 г/м$^3$. Эти показатели находились в пределах величин, регистрируемых ранее, в 2013–2014 гг. Значительную часть прибрежного зоопланктона составляет меропланктон, на долю которого приходилось 5–69% численности и 4–47% биомассы.

В зоопланктоне доминировали копеподы, по численности в оба года, кроме июня 2019 г., лидировала *O. davisae*. При сходстве таксономического состава зоопланктона виды-доминанты по биомассе отличались по месяцам в разные годы.

**Ключевые слова:** прибрежный зоопланктон, качественный и количественный состав, северо-восточная часть Черного моря

## Введение

В настоящее время северо-восточная часть побережья вблизи Тамани активно застраивается и эксплуатируется морскими транспортными компаниями. Здесь построены и введены в эксплуатацию комплексы по перевалке сжиженных углеводородов, нефти и нефтепродуктов мощностью 20 млн тонн ежегодно, Таманский терминал навалочных грузов мощностью свыше 60 млн тонн. Возрастающая портовая деятельность является весомым антропогенным фактором, влияющим на морские биоценозы, включая планктонные сообщества. При этом исследованная акватория характеризуется уникальными природными особенностями, в число которых входят хорошо прогреваемое в прибрежье мелководье, разнообразие донных грунтов, свободный водообмен с открытым морем. Все это вместе взятое оптимально для нереста и откорма рыб, в том числе, промысловых (Студиград, 2020). Зоопланктон-

ные организмы составляют основу питания личинок рыб и взрослых планктоядных рыб. Зоопланктон участвует в процессах круговорота веществ, способствуя самоочищению загрязненных вод, что улучшает рекреационные показатели морской воды. Его таксономический состав и количественное соотношение видов могут служить индикаторами качества прибрежных вод. В этой связи мониторинг зоопланктона данной акватории является актуальным.

## Материал и методы

Исследования зоопланктона выполнены в прибрежной зоне северо-восточной части Черного моря вблизи Тамани, между мысами Железный Рог и Панагия в июне, августе и ноябре 2018 и 2019 гг. Пробы зоопланктона собирали планктонной сетью Джеди (диаметр входного отверстия 25 см, размер ячеи 100 мкм) от дна до поверхности на 8 станциях, расположенных в диапазоне глубин 10–15 м (рис. 1). Отбор проб проводили с борта маломерного судна. В период исследований собрано 48 проб зоопланктона. Пробы фиксировали раствором формалина до конечной концентрации 2–4% и обрабатывали счетно-весовым методом в лабораторных условиях по стандартной методике (Цыбань, 1980). Качественный состав зоопланктона определяли по соответствующим определителям (Определитель фауны… в трех томах, 1968, 1969, 1972). Название видов и таксонов приведено в соответствии

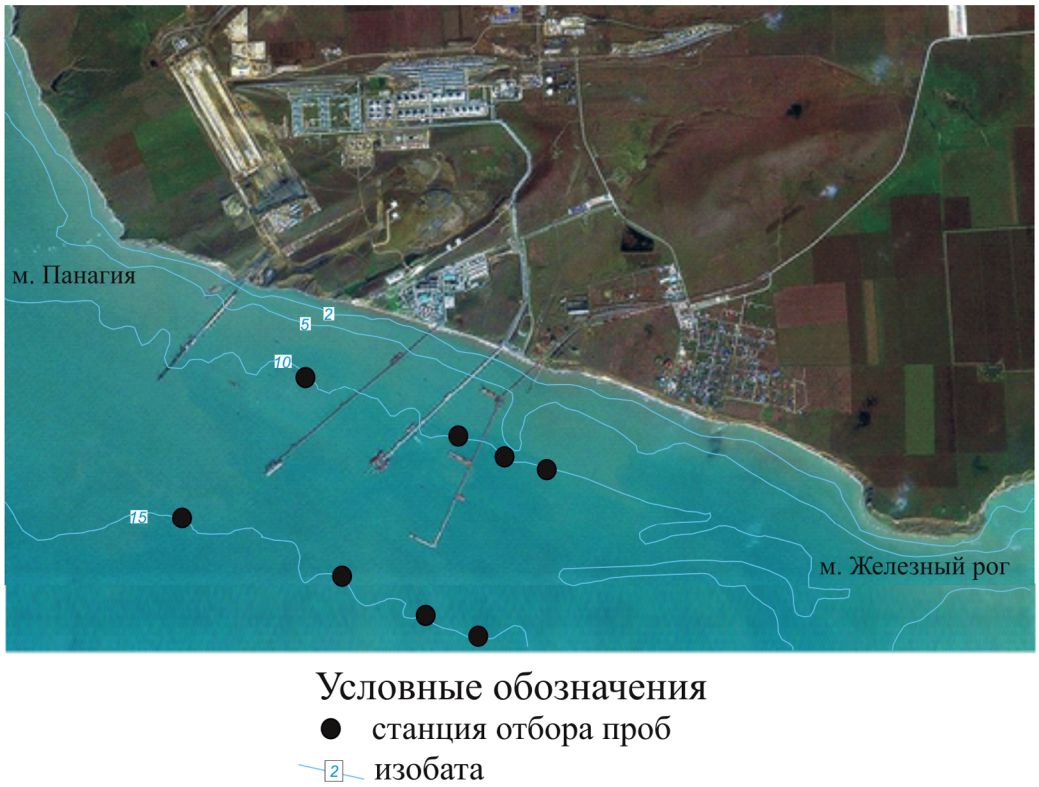



Рис. 1. Карта-схема отбора проб зоопланктона в северо-восточной части Черного моря у побережья Тамани (2018–2019 гг.)

с современной номенклатурой (www.marinespecies.org). Биомассу рассчитывали по стандартным весам (Петипа, 1957; Численко, 1968) с учетом численности организмов в пробе. В статье количественные характеристики зоопланктона приведены для кубического метра. Рассчитаны средние величины численности и биомассы зоопланктона и ошибки средних.

Кроме того, на каждой станции сразу после отбора проб измеряли поверхностную температуру воды ртутным стеклянным лабораторным термометром ТЛС–4 согласно РД 52.24.496–2018. Измерение температуры воды проводили на борту судна в сосуде вместимостью не менее 1 дм$^3$, что исключало солнечное воздействие и искажение показаний термометра.

## Результаты и обсуждение

В зоопланктоне прибрежья у берегов Тамани (северо-восточная часть Черного моря) в июне, июле и ноябре 2018 и 2019 гг. обнаружено 27 таксономических единиц (таблица 1). Из них до вида определены Copepoda (6 видов), Cladocera (4), Chaetognatha (1), Appendicularia (1), Ctenophora (2), Hydrozoa (1) и ноктилюка (1). Планктонные личинки донных животных (меропланктон) были представлены усоногими рачками (Cirripedia), десятиногими раками (Decapoda), личинками полихет (Polychaeta), моллюсков (Gastropoda и Bivalvia), форонидами (Phoronidea). В пелагиали также встречались бенто-пелагические формы: Harpacticoida, Mysidacea, Amphipoda, Tanaidacea, Nematoda, которых не идентифицировали до уровня вида. Традиционно зоопланктон подразделяют на «кормовой» и «некормовой» по (Кусморская, 1950). Большинство перечисленных организмов составляют кормовой зоопланктон и служат пищей планктоядным рыбам и их молоди. К «некормовому», из зарегистрированных на мелководье организмов, относятся гетеротрофная динофитовая водоросль *Noctiluca scintillans* и гребневики *Mnemiopsis leidyi* и *Beroe ovata*.

За весь период исследований на долю холодноводной ноктилюки приходилось не более 4% численности и 9% биомассы всего зоопланктона. Поэтому количественные показатели кормового планктона практически совпадают с величинами суммарного зоопланктона без гребневиков. Гребневики *Mnemiopsis leidyi* и *Beroe ovata* встречались в пробах в виде личинок, численность которых не учитывалась.

В июне 2018 и 2019 гг. температура морской воды была высокой – 28°C и 26°C соответственно. Значительный прогрев морской воды вызвал раннее появление в планктоне теплолюбивых видов кладоцер *Evadne spinifera* и *Pseudevadne tergestina*, начало развития которых обычно приходится на вторую половину лета. В июне 2018 г. общая средняя численность зоопланктона составляла 4.0 ± 0.2 тыс. экз./м$^3$, биомасса – 0.05 ± 0.003 г/м$^3$, в июне 2019 г. – 4.8 ± 0.8 тыс. экз./м$^3$ и 0.07 ± 0,012 г/м$^3$, что выше, чем в июне предыдущего года (таблица 2).

Таблица 1. Таксономический состав зоопланктона в северо-восточной части Черного моря у побережья Тамани (2018–2019 гг.)

| Таксон | июнь | | август | | ноябрь | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2018 | 2019 | 2018 | 2019 | 2018 | 2019 |
| **Голопланктон** | | | | | | |
| DINOPHYCEAE | | | | | | |
| *Noctiluca scintillans* (Macartney) Kofoid & Swezy, 1921 | + | + | – | + | + | + |
| CTENOPHORA | | | | | | |
| *Mnemiopsis leidyi* A. Agassiz, larvae, 1865 | – | – | + | + | + | + |
| *Beroe ovata* Bruguière, larvae, 1789 | – | – | + | + | + | + |
| CLADOCERA | | | | | | |
| *Evadne spinifera* P. E. Muller, 1867 | + | – | + | + | – | – |
| *Pseudevadne tergestina* Claus, 1877 | – | + | – | + | – | – |
| *Penilia avirostris* Dana, 1849 | – | – | + | + | + | + |
| *Pleopis polyphemoides* (Leuckart, 1859) | – | + | – | + | – | – |
| COPEPODA | | | | | | |
| *Acartia (Acartiura) clausi* Giesbrecht, 1889 | – | + | + | – | + | – |
| *Acartia tonsa* Dana, 1848 | + | + | + | + | – | + |
| *Paracalanus parvus* (Claus, 1863) | + | + | – | + | + | + |
| *Calanus euxinus* Hulsemann, 1991 | – | – | – | – | + | – |
| *Centropages ponticus* Karavaev, 1895 | + | + | + | + | + | – |
| *Oithona davisae* Ferrari F.D. & Orsi, 1984 | + | + | + | + | + | + |
| *Harpacticoida* spp. | + | + | + | + | – | – |
| CHAETOGNATHA | | | | | | |
| *Parasagitta setosa* J. Müller, 1847 | + | + | + | + | + | + |
| APPENDICULARIA | | | | | | |
| *Oikopleura (Vexillaria) dioica* Fol, 1872 | + | + | + | + | + | + |
| **Меропланктон** | | | | | | |
| GASTROPODA | | | | | | |
| Gastropoda larvae | + | + | + | + | + | + |
| BIVALVIA | | | | | | |
| Bivalvia larvae | + | + | + | + | + | – |
| DECAPODA | | | | | | |
| Decapoda larvae | + | + | + | + | – | + |
| POLYCHAETA | | | | | | |
| Polychaeta larvae | + | + | + | + | + | + |
| CIRRIPEDIA | | | | | | |
| Cirripedia larvae | + | + | + | + | + | + |
| PHORONIDEA<br>*Phoronis* sp. | – | – | – | + | – | – |
| HYDROZOA | | | | | | |
| *Sarsia tubulosa* (M. Sars, 1835) | – | – | + | – | – | – |
| MYSIDACEA | – | – | + | – | – | – |
| AMPHIPODA | – | – | + | – | – | – |
| TANAIDACEA | – | – | + | – | – | – |
| NEMATODA | – | – | – | + | – | – |

Таблица 2. Численность и биомасса зоопланктона в северо-восточной части Черного моря у побережья Тамани в 2018–2019 гг.

| | ***2018 г.*** | | | ***2019 г.*** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ***июнь*** | ***август*** | ***ноябрь*** | ***июнь*** | ***август*** | ***ноябрь*** |
| ***N*** | 3.5–4.8<br>4.0 ± 0.2 | 0.7–6.2<br>2.7 ± 0.9 | 12.3–20.0<br>15.9 ± 1.2 | 2,8–8.0<br>4.8 ± 0,8 | 4.4–7.5<br>5.6 ± 0.5 | 1.4–2.8<br>2.0 ± 0.2 |
| ***B*** | 0.04–0.06<br>0.05 ± 0.003 | 0.01–0.03<br>0.02 ± 0.004 | 0.10–0.18<br>0.14 ± 0.012 | 0.05–0.11<br>0.07 ± 0.012 | 0.03–0.06<br>0.04 ± 0.004 | 0.01–0.02<br>0.02 ± 0.002 |

**Примечание:** *N* – численность, тыс. экз./м$^3$; *B* – биомасса, г/м$^3$; над чертой – пределы колебаний, под чертой – среднее значение и ошибка среднего.

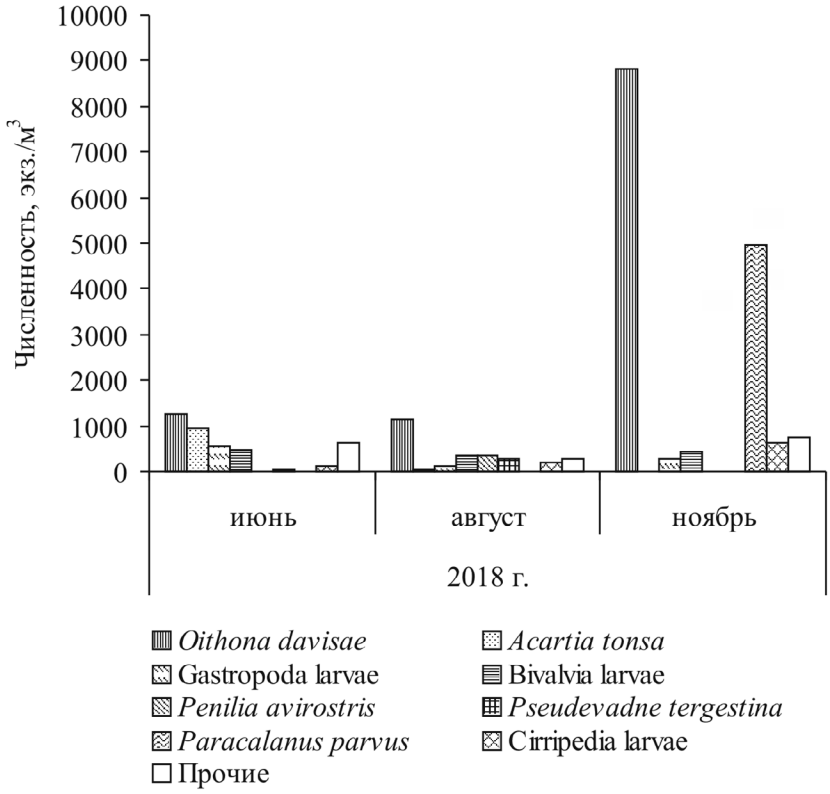
В зоопланктоне в 2018 г. по численности доминировали *Oithona davisae* (31%), *Acartia tonsa* (24%) и личинки моллюсков (26%), по биомассе – *Acartia tonsa* (25%), личинки Decapoda (20%) и *Centropages ponticus* (13%); в 2019 г. по численности – личинки Bivalvia (77%), по биомассе – *Parasagitta setosa* (36%) и личинки Bivalvia (18%) (рис. 2 и 3). В меропланктоне лидировали личинки моллюсков.

Показатели общей численности зоопланктона в августе 2018 г. снизились относительно июня в 1.5 раза, а показатели биомассы – почти в 2 раза. В августе 2019 г. общая численность зоопланктона по сравнению с июнем того же года возросла в 1.2 раза, а биомасса, наоборот, снизилась почти в 2 раза.

В августе 2018 и 2019 гг. температура морской воды была ниже на два градуса, чем в июне этих годов. В 2018 г. наблюдалось массовое развитие теплолюбивых Cladocera (*Penilia avirostris*, *Evadne spinifera*, *Pseudevadne tergestina*), которые по биомассе составляли 42%, по численности доминировала *O. davisae* (42%). В 2019 г. по численности доминировала *Oithona davisae* (53%), *Paracalanus parvus* (14%) и *Acartia tonsa* (13%), по биомассе лидировали *Acartia tonsa* (19%) и *Oithona davisae* (18%).

В летние месяцы меропланктон был наиболее разнообразен и включал личинки бентосных организмов: Gastropoda, Bivalvia, Cirripedia, Decapoda, Phoronidea и Hydrozoa. Наряду с личинками бентосных животных в планктоне отмечены бенто-планктонные и бентосные формы, представляющие таксоны: Harpacticoida, Mysidacea, Amphipoda, Tanaidacea и Nematoda, которые дополняли качественный состав и частично количественные показатели кормового зоопланктона.

В оба года температура морской воды в ноябре снизилась до 15–16°C, при этом увеличилась численность эвритермной копеподы *Paracalanus parvus*, а численность теплолюбивых видов Cladocera заметно снизилась. В дальнейшем, с понижением температуры воды, Cladocera исчезают из планктона. Они переходят к состоянию покоя в виде латентных или «зимних» яиц. В ноябре 2018 г. по численности доминировала *Oithona davisae* (56%) и субдоминантом был *Paracalanus parvus* (31%), по биомассе доминировала *Parasagitta setosa* (59%), а *Paracalanus parvus* (19%) был субдоминантом. В ноябре 2019 г. по численности преобладала *Oithona davisae* (60%), по биомассе – *Acartia tonsa* (41%).



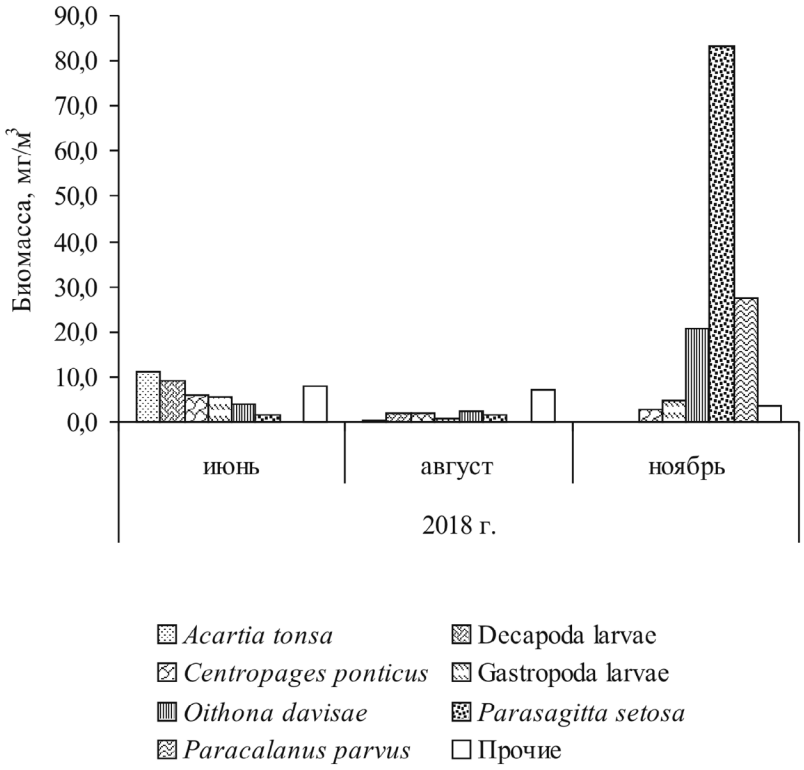
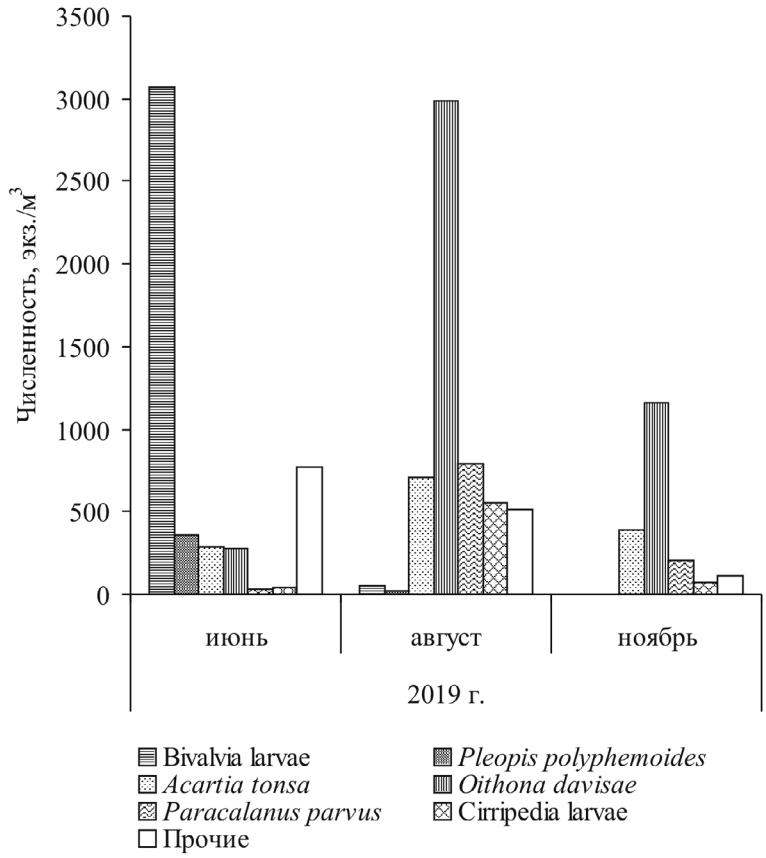




Рис. 2. Численность и биомасса основных видов и таксонов зоопланктона в 2018 г.



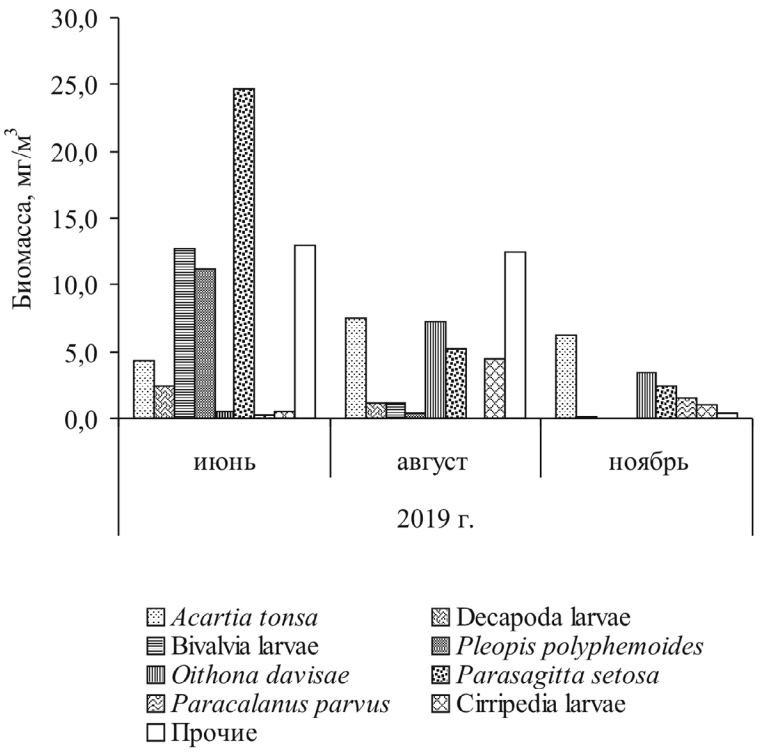




Рис. 3. Численность и биомасса основных видов и таксонов зоопланктона в 2019 г.

В ноябре в планктоне значительно сократилась численность личинок донных животных, они встречались единично, либо отсутствовали.

Таким образом, в один и тот же месяц, но в разные годы, при сходном составе таксонов зоопланктона наблюдалась вариативность доминант, среди которых вселенец *Oithona davisae* был постоянным компонентом. В начале 2000-х гг. эта циклопоида успешно интегрировалась в состав прибрежного зоопланктона в Черном море, вызвав изменение видовой структуры сообщества, и потеснила до уровня субдоминанта другого вселенца – *Acartia tonsa*, преобладавшего в некоторых прибрежных районах Черного и Азовского морей с 1970-х гг. (Губанова и др., 2019).

В августе 2013–2014 гг. в акватории Таманского прибрежья Черного моря доля доминирующей *Acartia tonsa* колебалась в пределах 28–73% голопланктона, а численность голопланктона в среднем составляла 6.5 тыс. экз./м$^3$, биомасса – 0.06 г/м$^3$ (Селифонова, 2016). В свою очередь, на долю голопланктона приходилось 50–70% численности всего зоопланктона. Численность *O. davisae* колебалась от 0.3–3.4 тыс. экз./м$^3$ в июле–августе до 5.4 тыс. экз./м$^3$ в ноябре. В период максимальной плотности доля вида в структуре таксоцена составляла 59%.

С июня по ноябрь в 2018 и 2019 гг., кроме июня 2019 г., в зоопланктоне в районе исследований преобладал вселенец *Oithona davisae*. Его доля в общей численности зоопланктона в начале лета не превышала 30%, в конце лета составила около 50% и в конце осени поднялась до 60%. Субдоминантами были копеподы *Acartia tonsa* и *Paracalanus parvus*, кладоцера *Penilia avirostris*, личинки моллюсков. Биомассу зоопланктона в основном формировали таксоны крупноразмерных организмов с высокой индивидуальной массой: *Acartia tonsa*, *Paracalanus parvus*, кладоцеры, *Parasagitta setosa*, личинки донных животных Decapoda и моллюски. В акватории Таманского прибрежья меропланктон, на долю которого приходилось от 5 до 69% численности и от 4 до 47% биомассы зоопланктона, в основном состоял из личинок брюхоногих и двустворчатых моллюсков. Меропланктон является существенным компонентом в питании многих пелагофильных рыб. Общая численность зоопланктона находилась в диапазоне 2.0–15.9 тыс. экз./м$^3$, биомасса – 0.02–0.14 г/м$^3$. Эти показатели сравнимы с величинами 2013–2014 гг. по (Селифонова, 2016).

## Выводы

В июне–ноябре 2018–2019 гг. зоопланктон северо-восточной части Черного моря у побережья Тамани насчитывал 27 видов и таксонов, в основном это теплолюбивые и эвритермные виды. В основном в планктоне доминировал вселенец *Oithona davisae*. Его доля в общей численности зоопланктона в начале лета составляла 30%, в конце осени возрастала до 60%. Среди сопутствующих таксонов были *Acartia tonsa*, *Paracalanus parvus*, *Penilia avirostris*, личинки моллюсков. Биомассу зоопланктона формировали *Acartia tonsa*, *Paracalanus parvus*, кладоцеры, *Parasagitta setosa*, личинки Decapoda и моллюсков.

В исследованный период в 2018 г. максимум количественных показателей зоопланктона наблюдался в августе, в 2019 г. – в ноябре.

Общая численность зоопланктона составляла 2.0–15.9 тыс. экз./м$^3$, биомасса – 0.02–0.14 г/м$^3$.

**Благодарности.** Автор выражает глубокую признательность за ценные советы при подготовке статьи бывшему директору НУНИМБЦ Лидии Васильевне Болговой; бывшей сотруднице НУНИМБЦ, специалисту по зоопланктону, Лилии Исмаиловне Горяйновой; за помощь с отбором проб и оформлении статьи дорогим коллегам, в особенности Виктории Фёдоровне Теюбовой и директору НУНИМБЦ Ирине Юрьевне Матасовой.

Автор благодарит рецензентов – кандидата биологических наук, научного сотрудника ИО РАН Анохину Людмилу Леонидовну и ведущего научного сотрудника ФИЦ ИнБЮМ Загороднюю Юлию Анатольевну за внимание к этой работе и за помощь в её улучшении.

## Литература

*Губанова А.Д., Гарбазей О.А., Алтухов Д.А., Муханов В.С., Попова Е.В. Oithona davisae*: натурализация в Черном море, межгодовые и сезонные изменения, влияние на структуру сообщества планктонных копепод // Океанология. 2019. Т. 59. № 6. С. 1008–1015.

*Кусморская А.П.* О зоопланктоне Чёрного моря // Тр. АзЧерНИРО. 1950. Вып. 14. С. 177–214.

Определитель фауны Черного и Азовского морей: В 3-х т. / Ред. Ф.Д. Мордухай-Болтовской. Киев: Наук. думка, 1968, 1969, 1972. Т. 1–3.

*Петипа Т.С.* О среднем весе основных форм зоопланктона Черного моря // Тр. Севаст. биол. ст. 1957. Т. 9. № 1. С. 39–57.

*Селифонова Ж.П.* Структурно-функциональная организация экосистем заливов и бухт Черного и Азовского морей (Российский сектор): Диссертация ... доктора Биологических наук: 25.00.28. Мурманск, 2016. 270 с.

*Студиград Н.П.* Ихтиопланктон портов и открытого побережья Туапсе и Тамани (2017–2018 гг.) // Эксплуатация морского транспорта. 2020. № 2. С. 112–118.

*Цыбань А.В.* Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений. Л.: Гидрометеоиздат, 1980. 183 с.

*Численко Л.Л.* Номограммы для определения веса водных организмов по размеру и форме тела. Л.: Наука, 1968. 106 с. http://www.marinespeciest.org/ (дата обращения: 16.01.2021).

# ZOOPLANKTON OF THE NORTH-EASTERN PART OF THE BLACK SEA OFF THE COAST OF TAMAN IN THE SUMMER-AUTUMN PERIOD 2018–2019

**Remizova N.P.**

*Novorossiysk educational and research marine biological center – branch of the Federal state budgetary educational institution of higher education Kuban State University, 43, Admiral Serebryakov Naberezhnaya Str., Novorossiysk, 353905, Russia, e-mail: biozentr@yandex.ru*

Submitted 25.01.2021, accepted 16.04.2021.

The taxonomic composition and quantitative characteristics of zooplankton in the north-eastern part of the Black Sea near the Taman coast in the summer-autumn period of 2018–2019 were studied. Zooplankton was represented mainly by eurythermic and thermophilic forms. All the discovered species and taxa are currently typical of the Black Sea, including the invading species: copepods *Acartia tonsa*, *Oithona davisae*, and combtails *Mnemiopsis leidyi*, *Beroe ovata*. The average number of zooplankton in 2018 ranged from 2.7–15.9 thousand copies/m$^3$, the biomass – 0.02–0.14 g/m$^3$; its indicators in 2019; they were lower, respectively, 2.0–5.6 thousand copies/m$^3$ and 0.02–0.07 g/m$^3$. These indicators were within the values recorded earlier, in 2013–2014. A significant part of the coastal zooplankton is meroplankton, which accounted for 5–69% of the population and 4–47% its biomass.

*O. davisae* dominated amoung copepods. This speciest was leading in numbers in both years except June 2019. Despite the similarity of the taxonomic composition of zooplankton, the dominant species in terms of biomass differed by month in two years.

**Keywords:** coastal zooplankton, qualitative and quantitative composition, North-Eastern part of the Black Sea

**Acknowledgements:** The author expresses deep appreciation for the valuable advice in preparing the article, former Director of NERMBC Lydia Vasilievna Bolgova; former employee of NERMBC, to the zooplankton specialist, Lilia Ismailovna Goryainova; for help with sampling and preparing the article, dear colleagues, especially Victoria Fyodorovna Teyubova and Director of NERMBC Irina Yurevna Matasova.

The author thanks the reviewers – Candidate of Biological Sciences, Researcher of the IO RAS Anokhina Lyudmila Leonidovna and Leading Researcher of FRC IBSS RAS Zagorodnyaya Yulia Anatolyevna – for their attention to this work and for their help in improving it.

## References

Gubanova, A.D., O.A. Garbazey, D.A. Altukhov, V.S. Mukhanov, and E.V. Popova, 2019: Oithona davisae: naturalization in the Black Sea, inter-annual and seasonal dynamics, effect on the structure of the planktonic copepod community. *Oceanology*, **59**(6), 1008–1015.

Kusmorskaya, A.P., 1950: O zooplanktone Chyornogo moray. *Tr. AzCherNIRO*, **14**, 177–214.

Morduhaj-Boltovskoj, F.D., 1968, 1969, 1972: *Opredelitel' fauny Chernogo i Azovskogo morej*. Kiev, Nauk. dumka, 1–3.

Petipa, T.S., 1957: O srednem vese osnovnyh form zooplanktona Chernogo morja. *Trudy Sevastopol'skoj biologicheskoj stancii*, **9**(1), 39–57.

Selifonova, Zh.P., 2016: Structural and functional organization of ecosystems of bays and bays of the Black and Azov seas (Russian sector): *Dissertation ... Doctor of Biological Sciences: 25.00.28*, Murmansk, 270.

Studigrad, N.P., 2020: Ichthyoplankton in the ports and at the coasts of Tuapse and Taman (2017–2018). *Operation of Marine Transport*, **2**, 112–118.

Cyban', A.V., 1980: *Rukovodstvo po metodam biologicheskogo analiza morskoj vody i donnyh otlozhenij*. Leningrad, Gidrometeoizdat, 183.

Chislenko, L.L., 1968: *Nomogrammy dlja opredelenija vesa vodnyh organizmov po razmeru i forme tela*. Leningrad, Nauka, 106. http://www.marinespeciest.org/ (last accessed in 16.01.2021).