

СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВИДОВОГО СОСТАВА И ЧИСЛЕННОСТИ КОРМОВОГО ЗООПЛАНКТОНА БАЛАКЛАВСКОЙ БУХТЫ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ВОД В 2024–2025 гг. *

Губанова А. Д.

ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН»,

г. Севастополь, Российская Федерация,

e-mail: adgubanova@ibss-ras.ru

Аннотация: Представленная работа выполнена на материалах ежемесячных наблюдений кормового мезозoopланктона Балаклавской бухты и сопредельных вод с февраля 2024 г. по январь 2025 г. Ранее такие исследования в этом районе не проводились. Чтобы оценить современное состояние мезозoopланктона, были проанализированы его количественные показатели, таксономическая структура, сезонные и пространственные изменения. Показано, что основной компонент мезозoopланктона — копеподы, которые в зимний сезон составляли до 98 % общей численности. В тёплый период заметный вклад вносили также организмы меропланктона и кладоцеры. Анализ сезонной динамики мезозoopланктона показал закономерные изменения общей численности и видового состава копепод в течение года. Современное состояние сообщества мезозoopланктона охарактеризовано как стабильное. В настоящее время в районе Балаклавской бухты продолжается строительство яхтенной марины. Процессы, происходящие при строительстве и эксплуатации нового объекта, представляют научный интерес при изучении устойчивости популяций, сообществ и экосистемы в целом к влиянию различных антропогенных факторов. Необходимо продолжать круглогодичные исследования в этом районе с периодичностью один-два раза в месяц, в том числе в связи со строительными работами в Балаклавской бухте.

Ключевые слова: мезозoopланктон, копеподы, Чёрное море, сезонная динамика

Введение

В последние десятилетия в экосистеме Чёрного моря происходят серьёзные изменения в связи с глобальным потеплением климата и интенсивной хозяйственной деятельностью [Kideys, 2002; Gubanov et al., 2014]. В прибрежных акваториях, которые подвержены наиболее интенсивному воздействию разных форм антропогенной деятельности, изменения выражены наиболее сильно, а темпы нередко стремительные [Томас-Бургнеф, Моло, 2011]. В связи с этим возникает задача: выяснить, как экосистема отзывается на воздействие различных факторов изменения внешней среды.

В настоящее время в районе Балаклавской бухты продолжается строительство нового объекта — яхтенной марины. Целый ряд факторов (углубление дна, трансформация берега, бетонирование влажных прибрежных зон, повышение мутности воды) в процессе строительства могут привести к изменениям экосистемы бухты. При эксплуатации марины глобальную трансформацию может вызвать инвазия новых видов с балластными водами судов.

Процессы, происходящие при строительстве и эксплуатации нового объекта, имеют не только хозяйственное значение, но представляют научный интерес при изучении устойчивости популяций, сообществ и экосистемы к влиянию различных антропогенных факторов. Было показано,

*Работа выполнена в рамках государственного задания «Трансформация структуры и функций экосистем морской пелагиали в условиях антропогенного воздействия и изменений климата» (регистрационный номер: 124030400057-4) и частично — договора ФИЦ ИнБЮМ № 24 НИОКТР 123100600287-4.

что к эффективным подходам решения этой задачи относится анализ долговременных рядов наблюдений мезозoopланктона — центрального компонента морских экосистем, который осуществляет связь между первичной продукцией и консументами 1-го и 2-го порядка [Mackas, Beaugrand, 2010; Арашкевич и др., 2015; Lomartire, Marques, Gonçalves, 2021]. Кроме того, основной компонент мезозoopланктона — копеподы являются кормом личинок рыб и нарушение пищевой цепи на уровне копепод может вызвать падение уровня запасов промысловых рыб, сравнимое с переловом [Runge, 1998; Томас-Бургнеф, Моло, 2011]. Важные аспекты анализа включают: качественный характер реакций зоопланктона (изменение видовой структуры), количественные характеристики и амплитуду их изменений, а также временные характеристики (сезонная и межгодовая изменчивость) и пространственные отличия.

Для того чтобы выявить изменение в сообществе мезозoopланктона в процессе стройки и в дальнейшем при эксплуатации яхтенной марины, необходимы данные о современном состоянии мезозoopланктона Балаклавской бухты. В связи с этим мы провели круглогодичное наблюдение сообщества мезозoopланктона в этом районе с февраля 2024 г. по январь 2025 г. Ранее в Балаклавской бухте и сопредельных водах исследования мезозoopланктона не выполнялись.

Цель работы: проанализировать видовой состав, количественные показатели, таксономическую структуру, сезонные и пространственные изменения сообщества мезозoopланктона Балаклавской бухты и сопредельных вод в начале строительных работ и до эксплуатации яхтенной марины.

Материал и методы

Представленная работа выполнена на материалах ежемесячных наблюдений кормового мезозoopланктона Балаклавской бухты и сопредельных вод с февраля 2024 г. по январь 2025 г. Балаклавская бухта, расположенная на юго-западе Крымского полуострова, является полузамкнутой акваторией эстуарного типа. Её длина составляет около 1400 м, ширина 100–200 м, глубина от 4 до 34 м. Солёность, по многолетним данным, изменялась в небольших пределах (от 17,1 до 17,8 ppt) [Ломакин, Попов, 2013; Экологический мониторинг ... , 2023]. Температура в период нашего исследования варьировала от 9,1 до 24,4 °C. Пробы собирали большой сетью Джеди (диаметр входного отверстия 37 см, размер ячеек газа 150 мкм) один раз в месяц вертикальными ловами от дна до поверхности на постоянных станциях 1 и 2 в бухте и за её пределами, на станции 3 (рис. 1). Глубина места на станции 1 — 13,6 м, на станции 2 — 26 м, на станции 3 — 64 м.

Пробы фиксировали формалином до 4%-ной конечной концентрации и обрабатывали порционным методом по стандартной методике. Все организмы голопланктона учитывали на видовом уровне. Определение веслоногих ракообразных до вида производили на всех стадиях копеподитного развития, кроме *Acartia*: из-за сходства морфологических признаков и близких размеров ювенильных стадий различались только половозрелые особи *A. clausi* и *A. tonsa*, а для копеподитов показана их суммарная численность (*Acartia* spp. juv.).

Результаты и обсуждение

В состав кормового зоопланктона Балаклавской бухты и сопредельных вод в исследуемый период входили ракообразные, представленные копеподами и кладоцерами, личинки донных животных (меропланктон), а также аппендикулярия *Oikopleura dioica* и хетогната *Parasagitta setosa* (табл. 1). Основу голопланктона составляли копеподы. Они встречались на всей исследуемой акватории в заметном количестве, составляя до 98 % общей численности кормового

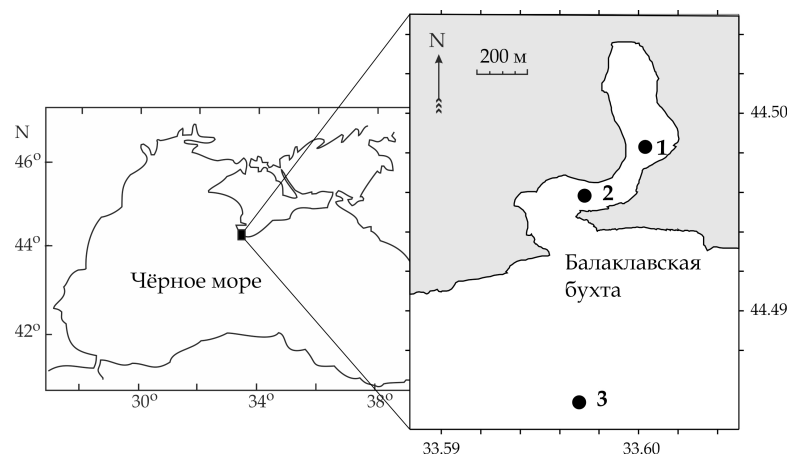


Рис. 1. Карта-схема сбора проб в Балаклавской бухте (станции 1 и 2) и в открытом прибрежье (станция 3)

мезозoopланктона зимой на станциях 1 и 2 в бухте. В июне — августе вклад копепоид был ниже (21–46 % в бухте и 47–66 % в открытом прибрежье). Это было связано с увеличением численности кладоцер и организмов меропланктона в тёплый сезон, при этом обилие копепоид также возросло. Веслоногие рачки были представлены теплолюбивыми видами (*Acartia tonsa*, *Oithona davisae*, *Centropages ponticus*), эвритермными (*A. clausi* и *Paracalanus parvus*) и холодолюбивыми (*Oithona similis*, *Pseudocalanus elongatus*, *Calanus euxinus*) (табл. 1).

Таблица 1

Численность кормового мезозoopланктона (экз.·м⁻³) Балаклавской бухты и сопредельных вод в феврале 2024 — январе 2025 гг.

Станция 1	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I
<i>A. clausi</i>	0	79	8	24	2	5	20	0	5	16	1	2
<i>Acartia</i> spp. juv.	7	353	282	523	12	26	164	4167	500	571	46	121
<i>A. tonsa</i>	0	0	0	0	0	0	19	1194	92	0	0	0
<i>C. ponticus</i>	0	0	0	99	1	8	95	682	11	7	0	0
<i>O. davisae</i>	219	148	94	182	639	126	2750	6056	1825	3208	99	121
<i>O. similis</i>	159	1115	584	1500	444	27	0	0	0	59	10	446
<i>P. parvus</i>	91	648	273	933	627	146	1053	588	1065	1565	35	157
<i>P. elongatus</i>	109	830	112	138	10	69	20	0	0	84	84	190
<i>C. euxinus</i>	0	24	0	2	3	0	0	0	0	2	2	2
<i>P. avirostris</i>	0	0	0	0	0	0	775	963	57	0	0	0
<i>E. spinifera</i>	0	0	0	0	0	0	5	8	0	0	0	0
<i>P. tergestina</i>	0	0	0	0	0	0	1		1	0	0	0
<i>P. polyphemoides</i>	0	0	0	1	1556	206	2			2		0
<i>O. dioica</i>	9	227	104	909	28	38	100	127	29	191	1	29
<i>P. setosa</i>	0	0	0	2	1	6	300	349	1	16	3	1
Meroplankton	1	280	188	1570	3736	331	5909	653	175	538	11	23

Станция 2	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I
<i>A. clausi</i>	1	7	38	13	5	770	24	213	5	77	7	20
<i>Acartia</i> spp. juv.	8	6	125	385	111	750	147	1125	31	635	42	500
<i>A. tonsa</i>	0	0	0	0	0	0	4	100	5	0	0	0
<i>C. ponticus</i>	0	0	0	5	1	34	51	650	3	7	0	0

Продолжение на следующей странице...

<i>O. davisae</i>	278	37	43	3	450	50	1778	2400	446	2029	104	260
<i>O. similis</i>	869	71	303	532	168	390	0	0	0	38	24	720
<i>P. parvus</i>	1083	24	202	335	363	3225	242	875	1033	2337	235	490
<i>P. elongatus</i>	1532	53	255	5	14	54	0	0	0	25	52	464
<i>C. euxinus</i>	6	3	2	2	4	5	0	0	0	4	1	5
<i>P. avirostris</i>	0	0	0	0	0	0	1806	1213	87	0	0	0
<i>E. spinifera</i>	0	0	0	0	0	0	99	5	2	0	0	0
<i>P. tergestina</i>	0	0	0	0	0	0	8		4	0	0	0
<i>P. polyphemoides</i>	0	0	0	0	375	130	0	0	0	0	0	0
<i>O. dioica</i>	28		67	250	2	20		63	4	19	18	0
<i>P. setosa</i>		1			2	32	139	238	3	22	1	2
Meroplankton	28	20	101	483	492	238	6157	752	197	100	7	61

Станция 3	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I
<i>A. clausi</i>	25	420	11	375	7	1200	80	400	19	31	45	3
<i>Acartia</i> spp. juv.	25	990	73	2683	183	1450	229	2200	19	312	201	15
<i>A. tonsa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. ponticus</i>	0	0	0	394	1	70	37	525	20	8	0	0
<i>O. davisae</i>	125	190	25	200	6	140	1070	3750	735	507	67	50
<i>O. similis</i>	185	750	234	1142	400	440	49	250	0	52	75	65
<i>P. parvus</i>	620	970	346	1133	578	5850	203	3100	4108	1614	363	312
<i>P. elongatus</i>	215	490	245	0	22	83	39	0	0	152	11	76
<i>C. euxinus</i>	6	337	8	4	86	1	8	66	2	17	161	18
<i>P. avirostris</i>	0	0	0	0	0	0	0	2250	137	0	0	0
<i>E. spinifera</i>	0	0	0	0	0	0	23	425	1	0	0	0
<i>P. tergestina</i>	0	0	0	0	0	0	23	75	3	0	0	0
<i>P. polyphemoides</i>	0	0	0	0	50	825	1	0	0	0	0	0
<i>O. dioica</i>	25	70	45	325	6	70			78	19	11	1
<i>P. setosa</i>	0	1	1	17	1	55	47	725	98	23	2	3
Meroplankton	20	160	7	1117	9	1174	1878	1842	73	48	19	3

В составе копепод были обнаружены два вселенца: *A. tonsa*, которая акклиматизировалась в Чёрном море в середине 1970-х годов [Gubanova, 2000], и *O. davisae*, стремительно распространившаяся в прибрежных акваториях Чёрного моря с 2005 г. и впервые обнаруженная в Балаклавской бухте в 2009 г. [Altukhov, Gubanova, Mukhanov, 2014; Губанова и др., 2019]. Ещё один инвазивный вид — *Pseudodiaptomus marinus*, впервые для Чёрного моря зарегистрированный в 2016 г. в Севастопольской бухте, к настоящему времени акклиматизировался и распространился в прибрежье Севастополя [Gubanova et al., 2020]. Однако в представленных материалах обнаружен не был. По-видимому, он появится здесь позже, как это было с более ранним вселенцем — *O. davisae*.

В тёплый сезон, с мая по август, в районе исследования были обнаружены четыре вида кладоцер (табл. 1), среди которых заметной численности достигали *Pleopis polyphemoides* и *Penilia avirostris*, а *Evadne spinifera* и *Pseudevadne tergestina* были зарегистрированы в единичных экземплярах. Наиболее обильным из кладоцер был *P. polyphemoides*, максимальная численность которого составляла 1556 экз. • м⁻³ в открытом прибрежье. Из остальных животных голопланктона на всех станциях встречались аппендикулярия *Oikopleura dioica* и хетогната *Parasagitta setosa*, но большого значения они не имели и составляли, как правило, не более 6 % общей численности зоопланктона.

Меропланктон в районе исследования обнаруживался круглый год, с наибольшей концентрацией в июне — сентябре. Максимальным вклад этой группы в общую численность был в августе (более 50 % на всех станциях). В бухте была зарегистрирована самая высокая численность личинок *Bivalvia*. В открытом прибрежье в мае — июне преобладали личинки *Polychaeta* и *Cirripedia*, а в августе — *Bivalvia*.

Среднегодовая численность копепоид и вклад в неё каждого вида представлены на рис. 2. Самая высокая численность копепоид отмечена на станции 3 в открытом прибрежье: на станции 1 она составляла 3151 экз.·м⁻³ (66 % общей численности зоопланктона), на станции 2 — 2485 экз.·м⁻³ (69 %), на станции 3 — 3650 экз.·м⁻³ (79 %). Различий видового состава копепоид на разных станциях не наблюдалось, за исключением *A. tonsa*, которая достигала высокой численности летом и осенью в бухте, но не обнаружена в открытом прибрежье (табл. 1, рис. 2).

В целом в акватории исследований ведущими видами были *O. davisae*, *P. parvus*, *A. clausi* + *A. clausi* spp. juv. и *O. similis*, но в структуре таксоцена копепоид наблюдались различия на разных станциях (рис. 2). Наибольший вклад в суммарную среднегодовую численность в центральной части бухты вносила *O. davisae*, составлявшая 41 %. В устье бухты и открытом прибрежье доминировал *P. parvus* (35 и 44 % соответственно). При этом доля *O. davisae* снизилась в устье бухты до 26 %, а в открытом прибрежье — до 16 %.

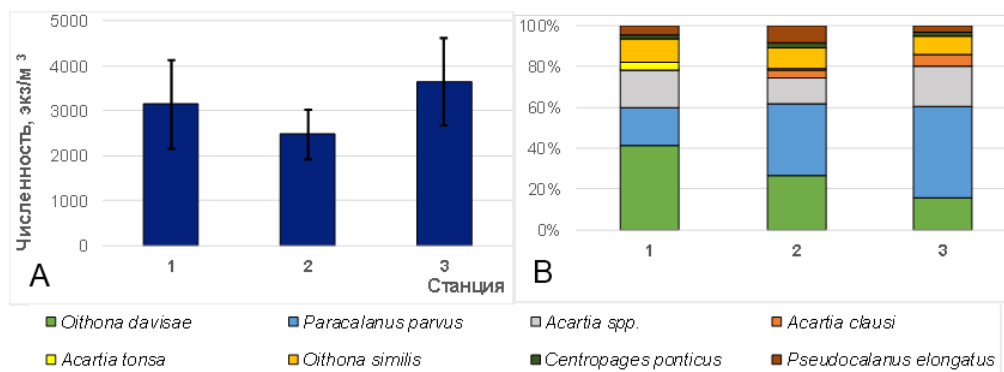


Рис. 2. А — среднегодовая численность $\pm$ стандартная ошибка ($\pm$ s); Б — таксономическая структура копепоид в Балаклавской бухте и сопредельных водах в 2024–2025 гг.

Такое пространственное распределение характерно для *O. davisae*. Она хорошо приспособлена к жизни в эвтрофных условиях и обычно наибольшей численности достигает в эстуариях и бухтах [Uye, Sano, 1995; Губанова, Загородняя, Фенева, 2018]. Вклад *Acartia* spp. juv. на станциях 1 и 3 составлял около 19 % и немного ниже на станции 2 (13 %). Вклад *O. similis* был примерно одинаковым на всех станциях (8–11 %). Остальные виды большого значения не имели, составляя менее 10 %.

Анализ сезонной динамики мезозоопланктона показал закономерные изменения его численности в течение года. Минимумы были зарегистрированы в самые холодные месяцы, в декабре — марте (рис. 3).

Подъём численности начинался в мае — июне, когда в планктоне появлялись кладоцеры и меропланктон. В августе — сентябре концентрация мезозоопланктона достигала максимума в бухте, составляя 11 401 и 13 874 экз м⁻³ на станции 1 и 10 453 и 7632 экз м⁻³ на станции 2 соответственно. В открытом прибрежье максимумы наблюдались в июле (11 358 экз м⁻³) и в сентябре (15 608 экз м⁻³). Отметим, что в августе значительный вклад в общую численность вносил меропланктон, а в сентябре на всей исследуемой акватории преобладали копепоиды. В целом сезонный ход численности мезозоопланктона контролировался копеподами. Рассмотрим их более подробно.

Рисунок 4 демонстрирует изменение видового состава копепоид в течение года.

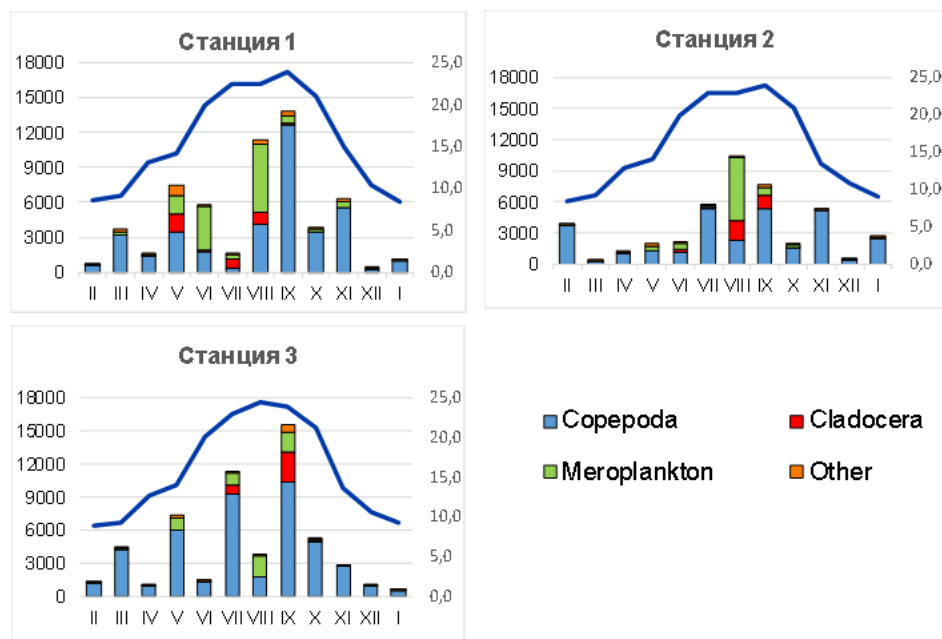


Рис. 3. Сезонная динамика численности кормового мезозoopланктона в Балаклавской бухте (ст. 1 и 2) и открытом побережье (ст. 3) в 2024–2025 гг.

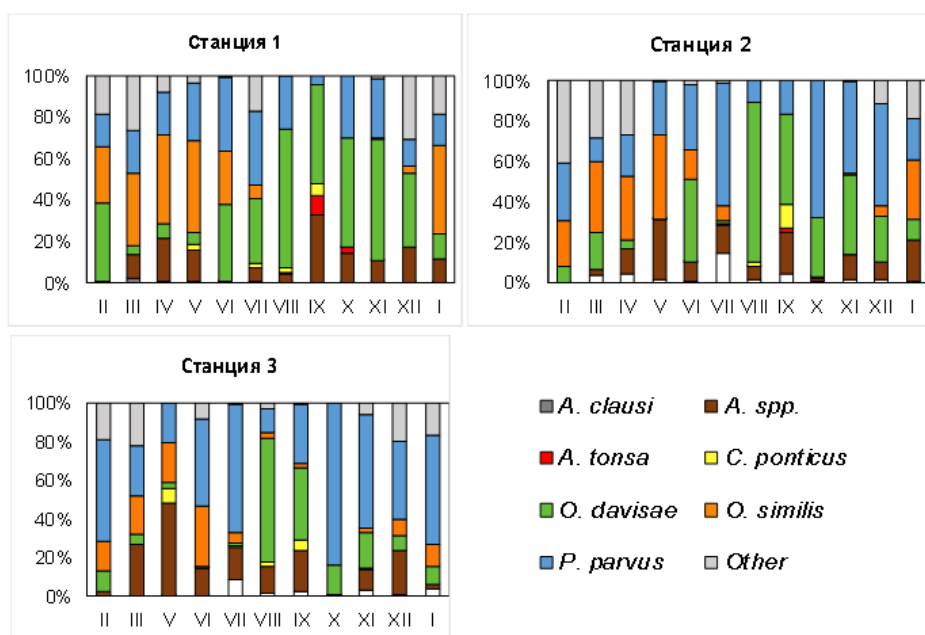


Рис. 4. Сезонная динамика численности кормового мезозoopланктона в Балаклавской бухте (ст. 1 и ст. 2) и открытом побережье (ст. 3)

В центре бухты с февраля по май и в январе доминировала *O. similis*, её концентрация изменялась от 450 до 1500 экз.·м⁻³, а вклад в общую численность копепод — от 24 до 44 % (рис. 4, табл. 1). В устье бухты в этот период *O. similis* также была многочисленной, хотя её концентрация не превышала 870 экз.·м⁻³, доля в общей численности была такой же, как в центре бухты (23–42 %). Летом и осенью возросло значение теплолюбивых *O. davisae*, *A. tonsa* и *C. ponticus*. В бухте, на станциях 1 и 2, в этот сезон доминировала *O. davisae*, которая составляла около 80 % общей численности (6000 и 2400 экз.·м⁻³ соответственно). В сезонной

динамике копепоид в открытом прибрежье наблюдались различия таксономической структуры по сравнению со станциями в бухте. С февраля по май увеличивалась численность *Acartia* spp. В мае её концентрация и вклад в общую численность копепоид были самыми значительными за год (около 2600 экз.·м⁻³, 45 %). В июле доминировал *P. parvus* с максимальной численностью за год (около 6000 экз.·м⁻³, 63 %). В августе существенно увеличилась степень доминирования *O. davisae* (1070 экз.·м⁻³, 62 %), а в сентябре был зарегистрирован максимум её численности в этом районе за год, который составил 3750 экз.·м⁻³, однако вклад в общую численность был ниже (36 %), так как значительного развития достигли популяции *P. parvus* и *Acartia* spp., что составило 3100 и 2200 экз.·м⁻³ соответственно (табл. 1, рис. 4). С октября 2024 г. по январь 2025 г. на фоне уменьшения численности других видов копепоид возросла степень доминирования *P. parvus*, составлявшая 39–84 %.

Отметим, что с мая по ноябрь в открытом прибрежье, так же как в бухте, встречались *C. ponticus* и *O. davisae*, а другая термофильная копепоида — *A. tonsa* за пределами бухты не была обнаружена. Это узконеритический вид, приуроченный к бухтам и заливам [Gubanova, 2000]. Такое пространственное распределение характерно для *A. tonsa* и в других районах Мирового океана [Paffenhofer, Stearns, 1988]. Была выявлена положительная корреляция обилия *O. davisae* и *A. tonsa* с температурой [Uye, Sano, 1995; Gubanova et al., 2022]. Так, экстремальное повышение температуры воды прибрежных районов Чёрного моря в 2010 г. привело к существенному увеличению численности *O. davisae* и *A. tonsa* и их доли в таксоцоне копепоид. В отличие от этих видов, пики численности *C. ponticus* приходились на июнь и сентябрь при температуре 22–23 °С [Грезе, Балдина, Билева, 1971; Gubanova et al., 2022]. В июле и августе, когда температура поверхности воды достигает максимального значения, плотность популяции *C. ponticus* снижалась. Среднегодовая численность *C. ponticus* в экстремально тёплый 2010 г. в Севастопольской бухте была относительно низкой.

Таким образом, анализ сезонных изменений копепоид показал закономерные изменения численности и видовой структуры таксоцены. Зимой и весной преобладали холодолюбивые и эвритермные виды, а летом и осенью — теплолюбивые и эвритермные. Наблюдались отличия в пространственном распределении. В открытом прибрежье большую часть года доминировали эвритермные виды, а холодолюбивые имели большее значение, чем на станциях в бухте.

Заключение

По результатам анализа видового состава, таксономической структуры сообщества мезозoopланктона и таксоцены копепоид, а также сезонного хода численности и отдельных популяций в исследуемом районе, состояние мезозoopланктона можно охарактеризовать как достаточно стабильное. Необходимо продолжить круглогодичные наблюдения в этом районе в связи с тем, что ранее такие исследования здесь не проводились, а также в связи со строительством яхтенной марины, так как процессы, происходящие при строительстве и эксплуатации нового объекта, представляют научный интерес при изучении устойчивости популяций, сообществ и экосистемы в целом к влиянию различных антропогенных факторов. В связи с быстрой сменой таксономического состава мезозoopланктона и «пятнистостью» его распределения, сбор проб необходимо осуществлять один-два раза в месяц.

Благодарность. Автор выражает искреннюю благодарность ведущему инженеру отдела планктона ИнБЮМ Оксане Александровне Гарбазей за помощь в анализе проб зоопланктона и сотрудникам отдела планктона ИнБЮМ за сбор материала.

Список литературы

1. Арашкевич Е. Г., Луппова Н. Е., Никишина А. Б., Паутова Л. А., Часовников В. К., Дриц А. В., Подымов О. И., Романова Н. Д., Станичная Р. Р., Зацепин А. Г., Куклев С. Б., Флинт М. В. Судовой экологический мониторинг в шельфовой зоне Черного моря: оценка современного состояния пелагической системы // Океанология. – 2015. – Т. 55, № 6. – С. 964–970. – <https://doi.org/10.7868/S0030157415060015>
2. Грезе В. Н., Балдина Э. П., Билева О. К. Динамика численности и продукции основных компонентов зоопланктона в неритической зоне Черного моря // Биология моря / АН УССР, Ин-т биологии юж. морей им. А. О. Ковалевского. – Киев : Наук. думка, 1971. – Вып. 24. – С. 12–49. – URL: <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/1592>
3. 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 копепоид // Океанология. – 2019. – Т. 59, № 6. – С. 1008–1015. – <https://doi.org/10.31857/S0030-15745961008-1015>
4. Губанова А. Д., Загородняя Ю. А., Фенева И. Ю. *Oithona davisae* Ferrari F.D. & Orsi, 1984 // Самые опасные инвазионные виды России / ред.: Ю. Ю. Дребуадзе [и др.]. – Москва : Т-во науч. изд. КМК, 2018. – С. 414–419. – <https://elibrary.ru/izvbmh>
5. Ломакин П. Д., Попов М. А. Океанологическая характеристика и оценка загрязнения вод Балаклавской бухты. – Севастополь : ЭКОСИ – Гидрофизика, 2013. – 219 с.
6. Томас-Бургнеф М., Моло П. Планктон и аспекты морепользования. Экология невидимого : пер. с фр. / НАН Украины, Ин-т биологии юж. морей им. А. О. Ковалевского ; под ред. В. Н. Еремеева. – Севастополь : ИнБЮМ, 2011. – 281 с. – URL: <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/7799>
7. Экологический мониторинг при реализации объекта «Создание яхтенной марины, г. Севастополь» : отчет / Ин-т биологии юж. морей им. А. О. Ковалевского РАН ; рук. Н. А. Мильчакова. – Севастополь, 2023. – 175 с. – Пер. № 123100600287-4.
8. Altukhov D., Gubanova A., Mukhanov V. S. New invasive copepod *Oithona davisae* Ferrari and Orsi, 1984: seasonal dynamics in Sevastopol Bay and expansion along the Black Sea coasts // Marine Ecology. – 2014. – Vol. 35, iss. 1. – P. 28–34. – <https://doi.org/10.1111/maec.12168>
9. Gubanova A. Occurrence of *Acartia tonsa* Dana in the Black Sea. Was it introduced from the Mediterranean? // Mediterranean Marine Science. – 2000. – Vol. 1, iss. 1. – P. 105–109. – <https://doi.org/10.12681/mms.281>
10. Gubanova A., Altukhov D., Stefanova K., Arashkevich E., Kamburska L., Prusova I., Svetlichny L., Timofte F., Uysal Z. Species composition of Black Sea marine planktonic copepods // Journal of Marine Systems. – 2014. – Vol. 135. – P. 44–52. – <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2013.12.004>
11. Gubanova A., Drapun I., Garbazey O., Krivenko O., Vodiasova E. *Pseudodiaptomus marinus* Sato, 1913 in the Black Sea: morphology, genetic analysis, and variability in seasonal and interannual abundance // PeerJ. – 2020. – Vol. 8. – Art. e10153. – <https://doi.org/10.7717/peerj.10153>
12. Gubanova A., Goubanova K., Krivenko O., Stefanova K., Garbazey O., Belokopytov V., Liashko T., Stefanova E. Response of the Black Sea zooplankton to the marine heat wave 2010: case of the Sevastopol Bay // Journal of Marine Science and Engineering. – 2022. – Vol. 10, iss. 12. – Art. 1933. – <https://doi.org/10.3390/jmse10121933>
13. Kideys A. E. Fall and rise of the Black Sea ecosystem // Science. – 2002. – Vol. 297, iss. 5586. – P. 1482–1484. – <https://doi.org/10.1126/science.1073002>

14. Lomartire S., Marques J. C., Gonçalves A. M. M. The key role of zooplankton in ecosystem services: a perspective of interaction between zooplankton and fish recruitment // Ecological Indicators. – 2021. – Vol. 129. – Art. 107867. – <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107867>
15. Mackas D. L., Beaugrand G. Comparisons of zooplankton time series/ // Journal of Marine Systems. – 2010. – Vol. 79, iss. 3/4. – P. 286–304. – <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2008.11.030>
16. Paffenhofen G. A., Stearns D. E. Why is *Acartia tonsa* (Copepoda: Calanoida) restricted to nearshore environments? // Marine Ecology – Progress Series. – 1988. – Vol. 42, iss. 1. – P. 33–38. – <https://doi.org/10.3354/meps042033>
17. Runge J. A. Should we expect a relationship between primary production and fisheries? The role of copepod dynamics as a filter of trophic variability // Hydrobiologia. – 1998. – Vol. 167. – P. 61–71. – <https://doi.org/10.1007/BF00026294>
18. Uye S., Sano K. Seasonal reproductive biology of the small cyclopoid copepod *Oithona davisae* in a temperate eutrophic inlet // Marine Ecology – Progress Series. – 1995. – Vol. 118, iss. 1/3. – P. 121–128.

SEASONAL CHANGES IN THE SPECIES COMPOSITION AND ABUNDANCE OF FORAGE ZOOPLANKTON IN BALAKLAVA BAY AND ADJACENT WATERS IN 2024–2025

Gubanova A. D.

A. O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS, Sevastopol, Russian Federation,
e-mail: adgubanova@ibss-ras.ru

Abstract: The coastal waters of the Black Sea are subject to intense impact of various forms of anthropogenic activity that disrupt natural processes. Currently, a yacht marina is being built in the area of Balaklava Bay in the south-west of the Crimean Peninsula. A number of factors (bottom deepening, shore transformation, concreting of wet coastal zones, increased water turbidity) can lead to a violation of the stability of the bay ecosystem. In order to assess the current state of the mesozooplankton community in Balaklava Bay and adjacent waters, we conducted year-round monitoring in this area from February 2024 to January 2025. The following were analyzed: species composition, quantitative indicators, taxonomic structure, seasonal and spatial changes in mesozooplankton. Particular attention was paid to the copepod community as the main component of forage mesozooplankton. The current state of the mesozooplankton community is characterized as stable. It is necessary to continue year-round research in this area with a frequency of one or two times a month, including in connection with construction work in the area.

Keywords: zooplankton, copepods, Black Sea, Balaklava Bay, seasonal changes

Сведения об авторе

Губанова
Александра
Дмитриевна

кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского РАН», просп. Нахимова, 2, Севастополь, 299011, Российская Федерация, e-mail: adgubanova@ibss-ras.ru

Поступила в редакцию 11.02.2025 г.
Принята к публикации 21.02.2025 г.