



УДК: 591.524.12 (262.5)

**Е. В. Павлова**, докт. биол. наук, вед. науч. сотр., **Е. Б. Мельникова**, м.н.с.

Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского Национальной академии наук Украины,  
Севастополь, Украина

### ГODOVЫЕ КОЛЕБАНИЯ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗООПЛАНКТОНА В ПРИБРЕЖЬЕ У СЕВАСТОПОЛЯ (1998 – 2003)

На основе данных о соотношении в зоопланктонных пробах организмов, бывших живыми или погибшими до фиксации формалином, приведена оценка численности и биомассы жизнеспособного зоопланктона и доли некрозоопланктона за период май – октябрь 1998 – 2003 гг. Показаны тенденции их изменений по годам и районам, свидетельствующие о нестабильной ситуации в пелагиали прибрежных районов у г. Севастополя.

**Ключевые слова:** жизнеспособный зоопланктон, некрозоопланктон, прибрежные районы вблизи Севастополя, Черное море (Украина)

Предшествующие исследования зоопланктона в Севастопольской бухте и районах Севастопольского взморья показали, что в собранных пробах встречается довольно большое количество особей, погибших еще до их вылова из моря. Так, при входе в Севастопольскую бухту в летний период с 1989 по 1990 гг. до 39 % общего количества обнаруженных в пробах организмов оказались погибшими [16]. Их количество увеличивалось последовательно в направлении от бухты Казачьей (30 – 40 %) к бухтам Камышовой, Стрелецкой, Круглой, Севастопольской до района при впадении в море реки Бельбек (60 – 70 %) [19]. Исследования в бухте Круглая показали, что количество некрозоопланктона в летне-осенний период 1988 – 1989 гг. достигало 45 %, а в 1990 – до 75 % [14]. Анализ комплексных данных, полученных в 1998 и 1999 гг., позволил заключить, что изменения гидролого-гидрохимических показателей и антропогенное загрязнение оказывали различное влияние на количественные по-

казатели зоопланктона в прибрежье у Севастополя. В мае – июне 1998 г. в бухте Круглая доля некрозоопланктона была в 5 раз, а в Севастопольской – в 2 раза ниже, чем в антропогенно нагруженной Южной бухте [18]. Была выявлена связь количества мертвых организмов с изменениями условий среды: интенсивность водообмена, динамика вод и сгоннонагонные ветры оказывали влияние на распределение загрязняющих веществ, на жизнеспособность зоо- и ихтиопланктонных организмов и на состояние экосистем в разных частях Севастопольской бухты [2, 13, 18]. Приведенные данные свидетельствуют о том, что количество погибших планктонных организмов у побережья юго-западного Крыма за последние годы не уменьшилось и по-прежнему составляет значительную часть суммарного зоопланктона. Поэтому факт наличия некрозоопланктона следует принимать во внимание при оценке истинных величин численности и биомассы, продукционных возможностей зоо-

планктона и общего экологического состояния шельфовых акваторий, особенно вблизи больших городов.

В данной работе представлены данные об изменении численности и биомассы жизнеспособного зоопланктона, а также о доле в нем мертвых особей, полученные при одновременных исследованиях в трех районах Севастопольского побережья с 1998 по 2003 гг.

**Материал и методы.** Пробы зоопланктона собирались ежемесячно в первой половине дня большой сетью Джели, диаметром 36 см, оборудованной ситом с размером ячеек 156 мкм. Обработка проб проведена в камере Богорова при двухразовом подсчете организмов в 3 мл. Состояние тургора тела и конечностей, интенсивность их окраски, целостность хитинового покрова, наличие в мышцах зернистости, деформация внутренних органов и протоплазмы, видимые сквозь прозрачные стенки раковины или оболочки, служили критериями при отличии в фиксированных пробах живых планктонных организмов от мертвых. В случае подсчета погибших *Noctiluca scintillans*, помимо сжатых и потерявших прозрачность клеток, учитывались сморщенные до небольшого комочка особи, определяемые по наличию хорошо видимых жгутиков.

При такой обработке оказалось возможным разделить собранный зоопланктон на две фракции: жизнеспособные организмы и некрозоопланктон. Во всех случаях учитывались особи, размером от 0.2 до 5.0 мм без жгутиковых.

В пробах 1998 и 1999 гг. нами были получены данные по обеим фракциям, а в материалах за 2000 – 2003 гг. только по количеству некрозоопланктона. Получить соотношение некро - и жизнеспособного зоопланктона за 2000 – 2003 гг. оказалось возможным благодаря использованию данных обработки проб традиционным для планктологов методом (без разделения на живых и мертвых особей), любезно предоставленным в наше распоряже-

ние сотрудниками ИнБЮМ Ю. А. Загородней и Т. А. Мельник.

Исследования выполнены в трех прибрежных акваториях, различающихся расположением и экологическими условиями: при входе в бухту Круглая, предположительно наиболее чистый район (ст. 9), у Константиновского равелина при входе в Севастопольскую бухту (ст. 7) и в Южной бухте (ст. 6, рис. 1), постоянно подвергающейся большей антропогенной нагрузке за счет стока городских и ливневых вод [11, 13, 18].

Сопоставления по годам проведены по средним данным за шесть месяцев – периода наиболее интенсивного количественного развития зоопланктонных организмов – с мая по октябрь. Доверительные границы средних величин установлены при уровне значимости  $p = 0.05$ . Биомасса рассчитана по количеству жизнеспособных особей с использованием таблиц Т. С. Петипа [15].

**Результаты.** Количество некрозоопланктона в рассматриваемых районах с мая по октябрь колебалось от года к году в значительных пределах: от 11 до 57 % суммарного зоопланктона.

За пять рассмотренных лет более высокая численность погибших организмов зарегистрирована в 1998 и 1999 гг. ( $32 \pm 2 - 36 \pm 8$  % в Круглой бухте,  $35 \pm 6 - 36 \pm 8$  % в Севастопольской и  $49 \pm 7 - 57 \pm 7$  % - в Южной по годам соответственно). Наименьшие величины отмечены в 2000 г.: в Круглой бухте –  $19 \pm 5$  %, при входе в Севастопольскую –  $11 \pm 2$  %, в Южной бухте –  $25 \pm 4$  %. В Круглой бухте количество мертвых организмов с 1998 по 2001 г уменьшилось вдвое, однако достоверных различий по годам при сопоставлении с бухтой Севастопольской не отмечено.

С 2001 г. во всех районах наблюдалась тенденция к некоторому увеличению некрозоопланктона за период с мая по октябрь (рис. 1).

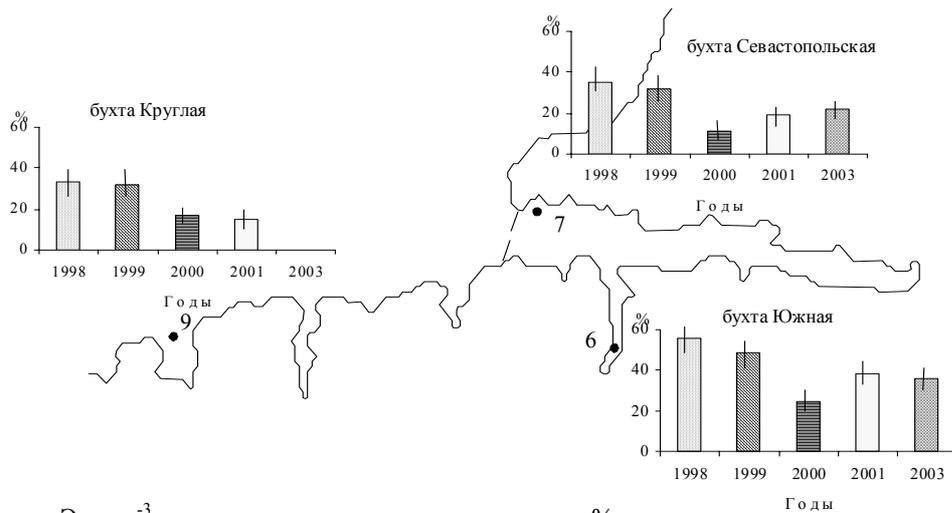
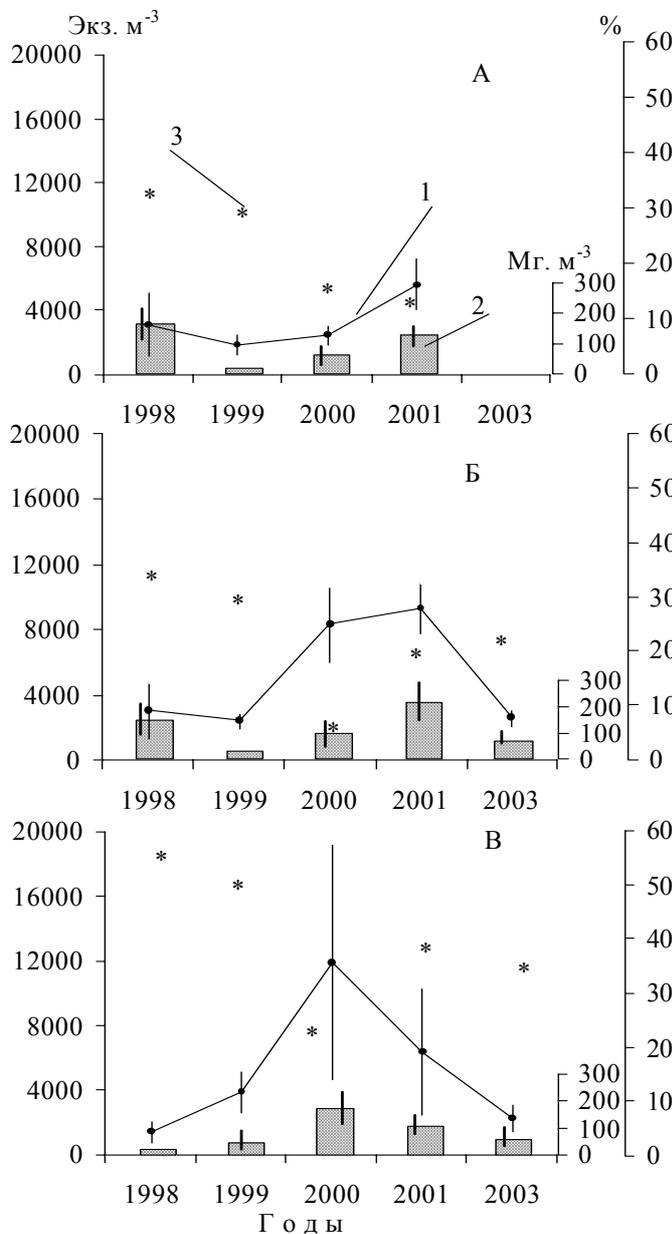


Рис. 1. Расположение станций и количество некрозоопланктона (%) в трех районах Севастопольского побережья (май – октябрь)

Fig. 1. An arrangement of stations and amount necrozooplankton (%) in three regions near Sevastopol (May – October)



Колебания величин численности и биомассы жизнеспособного зоопланктона (без учета некрозоопланктона) за пять лет приведены на рис. 2.

Рис. 2. Колебания численности, экз. м<sup>-3</sup> (1), биомассы, мг. м<sup>-3</sup> (2) жизнеспособных особей и количества некрозоопланктона, % (3) за период май – октябрь 1998 – 2003 гг. при входе в бухту Круглая (А), Севастопольскую бухту (Б) и в бухте Южная (В)

Fig. 2. Fluctuations number, ind. m<sup>-3</sup> (1), a biomass, mg. m<sup>-3</sup> (2) of viable individuals and amounts necrozooplankton, % (3) for the period May – October 1998 – 2003 at the inlet in Kruglaya Bay (A), Sevastopol Bay (B) and in Yuznaya Bay (B)

Наименьшие величины численности (прямые линии) были отмечены в районе бухты Круглой; за период с 1998 по 2001 гг. численность зоопланктона здесь была относительно стабильной (около 3000 экз. м<sup>-3</sup>). В 2001 г она достигла наибольшей для этого района величины – 5630 ± 1597 экз. м<sup>-3</sup> (рис. 2 А).

По сравнению с бухтой Круглая, величины численности зоопланктона в Севастопольской бухте были почти вдвое выше в 2000 и 2001 гг., а в 2003 г имело место снижение численности до уровня 1998 г. Максимальное число жизнеспособных организмов зоопланктона в этом районе отмечено в 2001 г (рис. 2 Б). В Южной бухте численность колебалась от  $1390 \pm 650$  до  $3860 \pm 1320$  экз.  $m^{-3}$  и оказалась наибольшей при сопоставлении с прочими годами и районами в 2000 г. ( $11900 \pm 7320$  экз.  $m^{-3}$ ) (рис. 2 В).

Величины биомассы, рассчитанные по количеству живых особей, показаны на рис. 2 столбиками. Во всех районах биомасса изменялась по годам в среднем в пределах 50 – 150 мг.  $m^{-3}$ . Наибольшая величина биомассы ( $218.4 \pm 197.4$  мг.  $m^{-3}$ ) отмечена в Севастопольской бухте в 2001 г, а в Южной – в 2000 г ( $167.5 \pm 85$  мг.  $m^{-3}$ ).

Повышение доли некрозоопланктона (звездочки на рис. 2) сопровождалось, как правило, снижением величин численности и биомассы жизнеспособного зоопланктона и наоборот.

Сопоставляя три рассматриваемых района по всем количественным показателям, можно отметить, что в Круглой бухте, при наименьшем количестве мертвых особей, наблюдались более низкие величины численности и биомассы жизнеспособного зоопланктона, по сравнению с двумя другими бухтами (рис. 2 А). В Севастопольской и Южной бухтах, при высоких величинах некрозоопланктона, показатели жизнеспособного зоопланктона оказались выше, чем в бухте Круглая, особенно в 2000 и 2001 гг. (рис. 2 Б, В).

Несколько иная картина отмечена у одного из массовых видов зоопланктона – *Noctiluca scintillans*. При значительных колебаниях по годам, средняя биомасса этого вида за период 1998 – 2001 гг. в Круглой бухте была в 2 раза выше, чем в Южной, а количество мертвых особей – в 1.5 – 2 раза ниже. С повышением доли некрозоопланктона во всем зоопланктоне увеличивалось количество мертвых особей и в популяциях *N. scintillans*, особенно в районе Южной бухты (табл. 1).

Табл. 1 Биомасса жизнеспособных (мг.  $m^{-3}$ ) и количество мертвых особей (%) в популяциях *Noctiluca scintillans* в связи с количеством некрозоопланктона во всем зоопланктоне (май – октябрь)  
Table 1 Biomass of viable (mg.  $m^{-3}$ ) and amounts of dead individuals (%) in *Noctiluca scintillans* populations and their connection with amounts of necrozooplankton in all zooplankton (May – October)

Год	Бухта Круглая			Бухта Южная		
	Биомасса, мг, $m^{-3}$	Некрозоопланктон (%)		Биомасса, мг, $m^{-3}$	Некрозоопланктон (%)	
		<i>Noctiluca scintillans</i>	Весь зоопланктон		<i>Noctiluca scintillans</i>	Весь зоопланктон
1998	$192.8 \pm 131.2$	28	35	$6.3 \pm 4.7$	46	56
1999	$1.1 \pm 1.0$	29	23	$2.0 \pm 2.0$	60	49
2000	$4.7 \pm 2.5$	11	18	$37.7 \pm 37$	14	25
2001	$76.2 \pm 26.8$	23	16	$8.1 \pm 6.2$	26	38
2003				$3.1 \pm 2.7$	23	36

На рис. 3 для трех исследованных районов показаны изменения биомассы наиболее массовых групп жизнеспособного зоопланктона: у представителей Copepoda (все виды и

стадии развития), Cladocera (все виды и размеры), личинок бентосных животных и *N. scintillans*. В группу “прочие” включены организмы размером от 0.2 до 5.0 мм, относящиеся

к Rotatoria, Sagitta, Harpacticoida и Appendicularia. Во избежание временной разобщенности при сравнении, сопоставлены

данные уловов, полученные каждый год в один и тот же день (рис. 3).

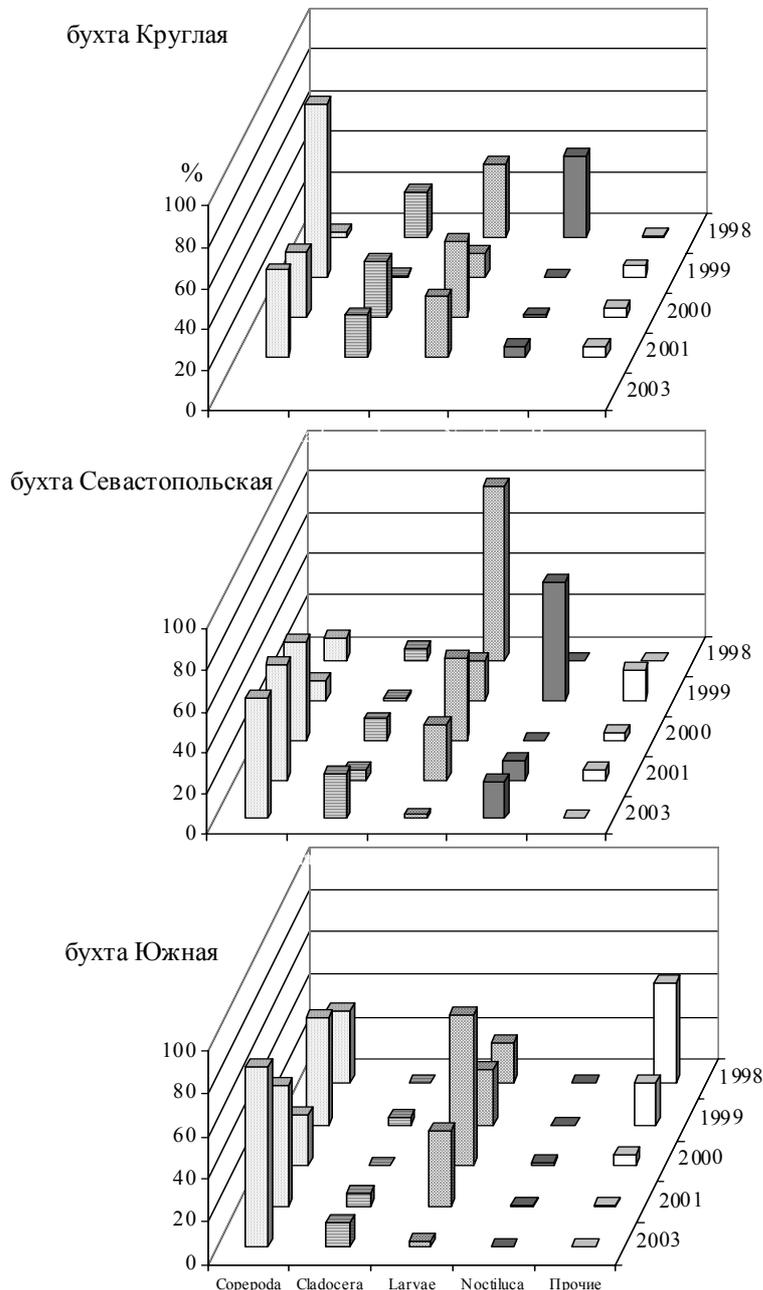


Рис. 3. Соотношение основных таксономических групп жизнеспособного зоопланктона (по биомассе) в трех районах Севастопольского региона в сентябре: 17.09.1998; 23.09.1999; 6.09.2000; 20.09.2001; 24.09.2003

Fig. 3. A ratio of zooplankton principal taxonomic groups of viable zooplankton (on a biomass) in three regions near Sevastopol in September: 17.09.1998; 23.09.1999; 6.09.2000; 20.09.2001; 24.09.2003

В Круглой бухте, по сравнению с двумя другими бухтами, в 2000 г. отмечалось увеличение жизнеспособных Cladocera (до 26.5 %) и уменьшение доли меропланктона. Так, в 2000 г. в Круглой бухте на личинки бентосных животных приходилось 36.7, в Севастопольской – 39.4, в Южной – 70.3 % всего жизнеспособного зоопланктона. Однако их качественный состав в сравниваемых бухтах был разным: в первых двух районах преобладали личинки Mollusca и Cirripedia, а в Южной бухте – Polychaeta. Представители Сорепода и меропланктон составляли большую часть суммарной биомассы сентябрьского зоопланктона во всех районах.

Доля *N. scintillans* незначительна, за исключением уловов, выполненных 23.09.1999 в Севастопольской бухте, когда этот вид составлял более половины общей биомассы. Во все годы наименьшее количество *Noctiluca* в

сентябре было отмечено в бухте Южной. На сборную группу “прочие” в Круглой и Севастопольской бухтах приходилось от 5 до 13.8 %, в Южной бухте доля “прочих” увеличивалась до 46.7 % в 1998 г. и до 19.2 % в 1999 г.

за счет преобладания Naupacticoida (рис. 3).

**Обсуждение.** Межгодовые различия в количественных показателях зоопланктона в значительной степени связаны с особенностями гидрологии района, изменениями природных и антропогенных факторов, в частности, с распределением поступающих загрязненных вод. Как было показано при анализе комплексных исследований Севастопольской бухты в 1998 и 1999 гг., оценить состояние пелагической экосистемы в импактных зонах прибрежных акваторий, к которым относятся исследованные нами районы, можно лишь при комплексном междисциплинарном подходе [11, 13, 17]. Из данных, приведенных в детальном обзоре основных источников загрязнения и их количеств, следует, что воды Севастопольского региона испытывали в основном влияние речных вод, значительных постоянных поступлений городских промышленных и хозяйственно-бытовых стоков, чаще всего без достаточной очистки, и склоновых (ливневых) вод [12]. По данным тех же авторов следует, что в Севастопольской бухте в целом функционирует более 30 выпусков сточных вод, из них более 20 являются постоянно действующими. С этими выпусками поступает от 10 до 15 тыс. м<sup>3</sup> в сутки неочищенных сточных вод. Роль ливневых вод в загрязнении также велика, поскольку они приносят в бухту большое количество взвешенных и органических веществ, углеводов, тяжелых металлов и биогенных элементов [10]. «Фактически Севастопольская бухта превратилась в значительной мере в отстойник сточных вод» [12, стр. 145].

Сопоставляя по степени загрязнения три исследуемых района по данным в [12], можно убедиться, что в худшем положении находился (и, скорее всего, находится до сих пор) район Южной бухты. Однако и у Константиновского равелина и в Круглую бухту поступает значительное количество загрязнен-

ных вод из разного рода выпусков, а в летнее время добавляются стоки городских пляжных зон [12, рис. 2]. Поэтому изменения количественных показателей зоопланктона в этих районах за рассмотренный пятилетний период в первую очередь следует связывать с состоянием среды и уровнем антропогенного воздействия.

Наличие из года в год в планктоне значительного количества мертвых особей и увеличение их доли по направлению от Круглой бухты к Южной (рис. 1, 2) свидетельствуют об ухудшении условий обитания пелагических сообществ в этих районах. В связи с этим, колебания количественных показателей жизнеспособного зоопланктона достаточно велики. Различия величин численности жизнеспособного зоопланктона при входе в Севастопольскую бухту между 1999 – 2001 и 2001 – 2003 гг. оказались достоверны при  $p = 0.002$ . Во все прочие годы изменения по годам статистически не достоверны. Сравнение величин биомассы зоопланктона в том же районе за те же годы показало, что в 2001 г. они были в 4 раза выше, чем в 1999 и в 3 раза больше, чем в 2003 гг. (при  $p = 0.01$ ). В районе бухты Южной достоверные различия величин численности и биомассы при  $p = 0.05$  отмечались за последние три года (2000 – 2003). Колебания по годам имели место и в количестве некрозоопланктона. В районе Константиновского равелина наблюдалось достоверное снижение его количества в 3 раза в 2000 г., по сравнению с 1999 г., и дальнейшее повышение в 2 с лишним раза к 2003 г. ( $p = 0.003$ ). В Южной бухте максимальное количество мертвых особей доходило до  $57 \pm 37 \%$  в 1998 и достоверно снижалось в 2000 г. ( $25 \pm 7 \%$ ). Следовательно, наиболее существенные изменения в количественных показателях прибрежные сообщества зоопланктона претерпевали в 1998, 1999 (отмечалось наибольшее количество некрозоопланктона) и в 2000 гг. (наименьшее его количество).

во). Такие изменения в количестве погибших особей, численности и биомассе жизнеспособного зоопланктона обусловлены, надо полагать, колебаниями антропогенного загрязнения, уровень которого в рассматриваемых районах был различным и претерпевал из года в год значительные колебания [13, 17, 18].

В немногочисленных публикациях, оценивающих многолетнюю динамику количественных показателей зоопланктона Севастопольского региона, как правило, приводятся лишь средне-годовые величины без детализации по месяцам [1, 3, 4, 6, 8]. Такие данные не позволили оценить изменения, происходившие в предшествующие годы за период с мая по

октябрь. Кроме того, в прибрежных районах Крыма до работы [16] оценка некрозоопланктона не проводилась. Поэтому сравнение величин численности, полученных в период 1998 – 2003 гг., с данными двадцатилетней давности проведено по суммарным величинам зоопланктона, включающим как живых, так и мертвых особей, для двух районов: при входе в Севастопольскую бухту и в бухте Южной. Из работ: [1, рис. 5 для ст. 1 и 5] и [16, рис. 1] рассчитаны средние величины численности за шесть месяцев (май – октябрь) и сопоставлены с данными, полученными в настоящей работе (рис. 4).

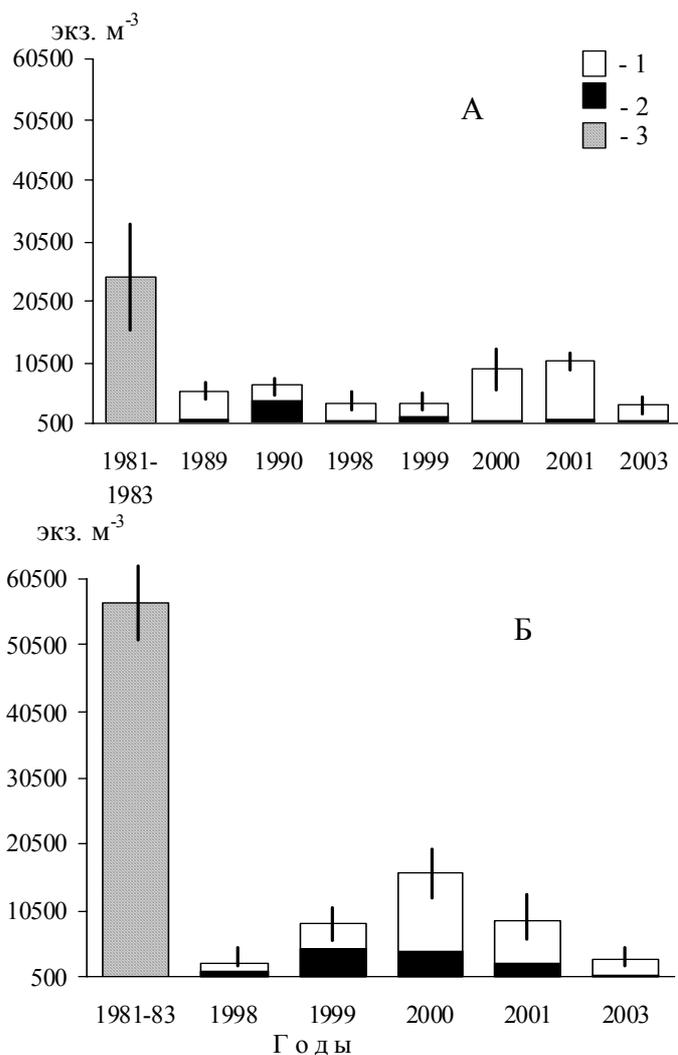


Рис. 4. Колебания численности зоопланктона при входе в Севастопольскую бухту (А) и бухте Южной (Б) с мая по октябрь: 1981 – 1983 – [1]; 1989, 1990 – [16]; 1998 – 2003 – наши данные. 1 – жизнеспособные организмы; 2 – некрозоопланктон; 3 – суммарный зоопланктон

Fig. 4. Fluctuations of zooplankton number at the inlet in Sevastopol Bay (A) and Yuznaya Bay (B) (May – October). 1981 – 1983 - [1]; 1989, 1990 - [16]; 1998 – 2003 – our data. 1 - viable organisms; 2 – necrozooplankton; 3 – total zooplankton

Наибольшие значения суммарной численности зоопланктона в Севастопольской бухте отмечались в 1981 – 1983 гг. Затем, в конце восьмидесятых годов имело место резкое ее снижение, минимальные величины зарегистрированы в 1998 и 1999 гг. В последующие годы численность зоопланктона в этом районе

несколько увеличилась, но ни разу не достигала уровня 1981 – 1983 гг. В 2003 г. наблюдалось некоторое снижение общей численности при увеличении доли мертвых особей. Количество некрозоопланктона было наибольшим в 1990 и 1999 гг. (рис. 4 А, 1). В Южной бухте выявлены существенные различия в величинах численности зоопланктона между восьмидесятыми и девяностыми годами. Минимальные величины, также как и в Севастопольской бухте, приходились на 1998 г.; в дальнейшем они изменялись от года к году. По сравнению с 1998 г., достоверное увеличение численности суммарного зоопланктона при уменьшении доли мертвых особей наблюдалось в 2000 г. (рис. 4 Б, 1).

Можно констатировать, что суммарная численность зоопланктона в обоих рассматриваемых районах, резко снизившись после 1983 г., до 2003 г. была относительно стабильной. Соотношение живой и мертвой фракций в разные годы менялось, но к концу рассматриваемого периода существенного уменьшения доли мертвых организмов не отмечено (рис. 4, 1, 2).

Долговременные изменения величин биомассы оказалось возможным показать только для района Севастопольской бухты. Данные [16], пересчитанные для периода май – октябрь, свидетельствуют, что при небольших различиях в величине численности зоопланктона между 1989 и 1999 гг., биомасса в 1990 г. была вдвое выше (рис. 4 А, 5). В последующие годы такие изменения не были столь четкими.

Из данных [5] рассчитаны средние величины биомассы суммарного зоопланктона (без желетелых) за период с мая по октябрь 2000 – 2003 гг. [5, рис. 1 А]. Полученные таким образом величины мало отличаются от наших данных. Некоторые колебания биомассы в 2000 – 2003 гг. по нашим материалам и данным [5] могли быть результатом разной улови-

стости планктонных сетей (размер ячеек газа равен 120 мкм, против нашего – 156). Помимо этого, имели место некоторые расхождения в размерах учитываемых организмов: в нашем случае максимальный размер особей 5 мм, тогда как в [5], видимо, были учтены более крупные организмы. Косвенным подтверждением этого может служить указание, что в октябре 2000 г. авторы отмечали значительное увеличение биомассы *Oikopleura dioica*, а в сентябре 2003 г. – *Sagitta setosa* [5, на стр. 41]. В наших уловах 2000 г. биомасса *O. dioica* размером не больше 5.0 мм равнялась 2.88 мг. м<sup>-3</sup>, а в сентябре 2003 г. биомасса *S. setosa* составляла всего 1.83 мг. м<sup>-3</sup> при том же размере. В связи с этим, следует заметить, что трудно предполагать хорошее совпадение результатов при сопоставлении материалов, полученных с использованием разных методик сбора планктона.

В целом, сравнение приведенных данных показывает, что при входе в бухту Севастопольскую за период 1989 – 2003 гг. размах годовых колебаний биомассы суммарного зоопланктона, в отличие от численности, оказался более значительным (рис. 4, 5).

С 1976 г. Севастопольская бухта перекрыта заграждающим молом. Исследования [1] свидетельствуют, что в последующие годы количественные показатели зоопланктона, благодаря этому, существенно снизились. Это подтверждается и нашими данными (рис. 4, 5).

При входе в Севастопольскую бухту в 1976 г. за период с мая по октябрь средняя численность суммарного зоопланктона составляла около 187500 экз.м<sup>-3</sup>, а биомасса – 1660 мг.м<sup>-3</sup> [7, рис.1]. При сравнении с 1976 г. количественные показатели, отмечаемые в 2001 г., снизились по численности в 17 раз (рис. 4), а по биомассе примерно в 6 с лишним раз (рис. 5).

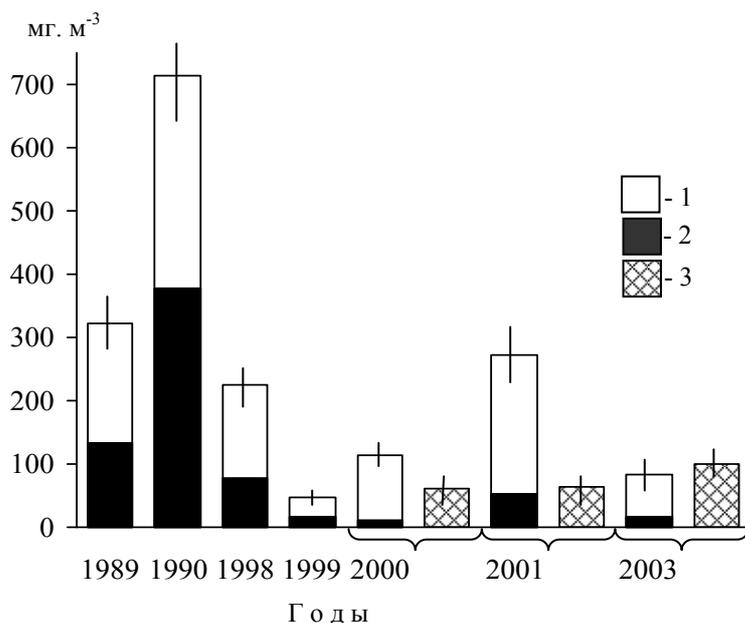


Рис.5. Колебания биомассы зоопланктона при входе в Севастопольскую бухту с мая по октябрь. 1 – жизнеспособные организмы, 2 – некрозоопланктон; 3 – суммарный зоопланктон – [5]; 1989, 1990 – [16]; 1998 – 2003 – наши данные

Fig. 5. Fluctuations of zooplankton biomass at the inlet in Sevastopol Bay (May – October). 1 – viable organisms, 2 – necrozooplankton; 3 – total zooplankton - [5]; 1989, 1990 - [16]; 1998 – 2003 – our data

Изменилось и соотношение массовых групп в зоопланктоне. Так, до постройки мола основную часть неритического зоопланктона составляли *Copepoda* (20.6 летом и 45.8 % осенью). В летнем зоопланктоне на представителей *Cladocera* приходилось 6.4 %. Популяции *Noctiluca* в те же сезоны составляли 65.1 и 40.6 % соответственно. Личинки бентосных животных были относительно малочисленны [3, табл. 16]. По нашим данным, в сентябре за период 1998 – 2003 гг. в зоопланктоне лидировали представители *Copepoda* и меропланктон, что согласуется с опубликованными материалами [5]. Несомненно, перекрытие Севастопольской бухты продолжает негативно сказываться на количественных показателях зоопланктона: снизились численность и биомасса суммарного зоопланктона, увеличилось количество некрозоопланктона, произошла смена лидирующих таксономических групп. Как показал проведенный анализ, вплоть до 2003 г. существенных улучшений в этом отношении не наблюдалось.

Интересные результаты дало изучение развития в Севастопольской бухте популяций

*N. scintillans*. В неритической зоне у Севастополя с 1960 по 1969 гг., именно за счет изменений биомассы этого вида простейших, отмечалось снижение в 2 – 4 раза общей биомассы зоопланктона [3]. Как показывают данные приведенной табл. 1, биомасса ночесветки с 1998 по 2003 гг. в прибрежных районах колебалась, но также при тенденции к снижению величин, особенно в бухте Южной. В северо-западной части Черного моря Л. Г. Коваль [9] отмечала увеличение численности *N. scintillans* в районах с наибольшим количеством общего некрозоопланктона. На этом основании она отнесла этот вид к санитарам загрязненных вод, участвующим в их очищении. По нашим данным, именно в районе, наиболее подверженном сильному загрязнению, каковым является Южная бухта, биомасса *N. scintillans* существенно снижалась при одновременном повышении смертности как вида, так и всего зоопланктона. Поэтому количественные показатели *N. scintillans* могут свидетельствовать о степени загрязненности морской акватории только по преобладанию доли мертвой фракции в суммарном зоопланктоне.

**Выводы.** Таким образом, в прибрежных районах у г. Севастополя колебания величин численности и биомассы суммарного зоопланктона обусловлены изменениями в соотношении количества жизнеспособных особей и некрозоопланктона. В летне-осенний период 1989 – 2003 гг. доля погибших особей, колеблющаяся по годам и районам, к 2003 г. существенно не уменьшилась ни в Севастопольской, ни в Южной бухте. Повышение доли некрозоопланктона снижало количественные показатели жизнеспособного зоопланктона, что свидетельствует об ухудшении экологического состояния близлежащих к городу Круглой, Севастопольской и Южной бухт. В худшем положении находился зоопланктон в Южной бухте, т. к. доля мертвой фракции здесь была постоянно выше, чем в других бухтах. Такое положение может привести экологическую систему этого района к полной деградации. В Севастопольской бухте годовые колебания численности и биомассы жизнеспособного зоопланктона также обусловлены ко-

личеством некрозоопланктона, доля которого с 2001 г. имеет тенденцию к повышению. Поэтому говорить об улучшении ситуации в планктонных сообществах прибрежных районов Севастопольского региона пока нет оснований. Все это также позволяет прийти к заключению, что определение доли некрозоопланктона при лабораторной обработке проб будет способствовать более правильной оценке величин численности и биомассы зоопланктонных организмов в планктонных сообществах. Проведение комплексных биологических, океанографических и токсикологических исследований в дальнейшем позволит выявить связь отмечаемых многолетних колебаний количественных показателей зоопланктона с изменениями природных и антропогенных факторов. Это даст возможность проанализировать причины ежегодных изменений зоопланктона и на их основе прогнозировать экологическое состояние прилежащих к Севастополю морских акваторий.

1. *Беляева, Н. В., Загородняя Ю. А.* Зоопланктон Севастопольской бухты в 1981-1983 годах // *Экология моря.* – 1988. – Вып. 29. – С. 77 – 84.
2. *Гордина А. Д., Ткач А. В., Павлова Е. В.* и др. Состояние ихтиопланктонных сообществ в Севастопольской бухте (Крым) а мае – сентябре 1998 и 1999 гг. // *Вопр. ихтиологии.* – 2003. – **43**, вып. 2. – С. 184 – 193.
3. *Грезе В. Н., Балдина Э. П., Билева О. К.* Динамика численности и продукции основных компонентов зоопланктона в неритической зоне Черного моря // *Биология моря.* – 1971. – № 24. – С. 12 – 49.
4. *Губанова А. Д.* Многолетние изменения в сообществах зоопланктона Севастопольской бухты // *Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма (Черноморский сектор).* – 2003. – С. 83 – 103.
5. *Губарева Е. С., Светличный Л. С., Романова З. А.* и др. Состояние зоопланктонного сообщества Севастопольской бухты после вселения гребневика *Beroe ovata* в Черное море (1999 – 2003) // *Морск. экол. журн.* – 2004. – **3**, № 1. – С. 39 – 46.
6. *Загородняя Ю. А., Ковалев А. В.* Современное состояние зоопланктона прибрежных вод Черного моря у берегов Крыма // *Наук. зап. Терноп. пед. унів-та.* – 2001. – № 3 (14). – С. 131– 132
7. *Ковалев А. В.* Сезонные изменения зоопланктона в Севастопольской бухте // *Общая гидробиология.* – 1980. – **16**, № 6. – С. 9 – 14.
8. *Ковалев А. В., Губанова А. Д.* Многолетняя динамика планктона Севастопольской бухты. Исследования шельфовой зоны Азово – Черноморского бассейна // *Сб. научн. тр. МГИ АН УССР.* - Севастополь, 1995. – С. 96 - 99.
9. *Коваль Л. Г.* Зоо- и некрозоопланктон Черного моря. - Киев, Наук. думка, 1984. – 127 с.
10. *Миронов О. Г.* Состав органической компоненты ливневых стоков в районе г. Севастополя // *Оценка расположенных на суше источников загрязнения морей, омывающих страны СНГ: Мат. междунардн. конф. ACOPS.* – Севастополь: Экокси-Гидрофизика, 1992. – С. 48 – 49.

11. *Овсяный Е. И., Кемп Р. Б., Репетин Л. Н., Романов А. С.* Гидролого-гидрохимический режим Севастопольской бухты в условиях антропогенного воздействия (по наблюдениям 1998 – 1999 гг.) // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь: ЭКОСИ - Гидрофизика, 2001. – С. 79 – 103.
12. *Овсяный Е. И., Романов А. С., Минтковская Р. Я.* и др. Основные источники загрязнения морской среды Севастопольского региона // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь: ЭКОСИ – Гидрофизика: 2001. – Вып. 2. – С. 138 – 152.
13. *Павлова Е. В., Овсяный Е. И., Гордина А. Д.* и др. Современное состояние и тенденции изменения экосистемы Севастопольской бухты // Акватория и берега Севастополя: экосистемные процессы и услуги обществу. – Севастополь: Аквавита, 1999. – С. 70 – 94.
14. *Павлова Е. В., Мурина В. В., Куфтаркова Е. А.* Гидрохимические и биологические исследования в бухте Омега (Черное море, Севастопольский шельф) // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь, 2001. – Вып. 2. – С. 159 – 176.
15. *Петина Т. С.* О среднем весе основных форм зоопланктона в Черном море // Тр. Севастоп. биол. ст. -1957. – **9**. – С. 39 – 57.
16. *Петина Т. С., Павлова Е. В.* Смертность зоопланктона в Севастопольской бухте // Доповіді НАН України. – Киев, 1995. – **6**. – С. 146 – 148.
17. *Репетин Л. Н., Гордина А. Д., Павлова Е. В.* и др. Влияние океанографических факторов на экологическое состояние Севастопольской бухты (Черное море) // Морск. гидрофиз. журн. – 2003. – № 2 – С. 66 – 80.
18. *Gordina A. D., Pavlova E. V., Ovsyany E. I.* et al. Long – term changes in Sevastopol Bay (the Black Sea) with particular reference to the ichthyoplankton and zooplankton // Estuarine, Coastal and Shelf Science. – 2001. – **52**. – P. 1 – 13.
19. *Pavlova E. V., Kuftarkova E. A.* Antropogenic impact on the planktonic communities // MEDCOAST 95. October 24 – 27, Tarragona, Spain. E. Ozhan (ed.). – 1995. – P. 57 – 74.

Поступила 15 июля 2005 г.

**Річні коливання кількісних показників зоопланктону в прибережжя в Севастополя (1998 – 2003).** **Е. В. Павлова, О. Б. Мельникова.** На основі даних про співвідношення в зоопланктонних пробах організмів, що були живими чи загиблими до фіксації формаліном, приведена оцінка чисельності і біомаси життєздатного зоопланктону і частки некрозоопланктону за період травень-жовтень 1998 – 2003 р. Показані тенденції їхніх змін по роках і районам, що свідчать про нестабільну ситуацію в пелагіалі прибережних районів у м. Севастополя.

**Ключові слова:** життєздатний зоопланктон, некрозоопланктон, прибережні райони Севастополя, Чорне море (Україна)

**Annual fluctuations of zooplankton quantity indicators near Sevastopol (1998 – 2003).** **E. V. Pavlova, E. B. Melnikova.** On the basis of the data on the ration of living: dead in zooplankton samples before fixing by formalin. Were number and biomass viable zooplankton and part of necrozooplankton for the period May - October 1998 - 2003. Tendencies of their changes on years and regions testifying about absence of stability in pelagic coastal areas near Sevastopol.

**Key words:** viable zooplankton, necrozooplankton, coastal areas near Sevastopol, Black Sea (Ukraine)