

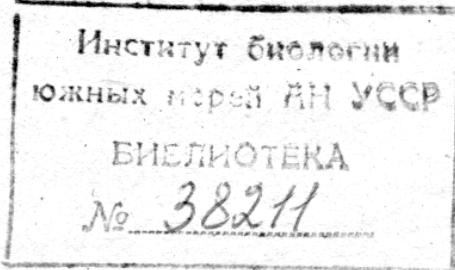
ПРОВ 98

ПРОВ 2010

Национальная Академия наук Украины
Морской гидрофизический институт

ИССЛЕДОВАНИЯ ШЕЛЬФОВОЙ ЗОНЫ
АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО БАССЕЙНА

Сборник научных трудов



Севастополь 1995

Ю.А. Загородня, В.А. Скрябин

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ ЗООПЛАНКТОНА В ПРИБРЕЖНЫХ РАЙОНАХ ЧЕРНОГО МОРЯ

Исследования зоопланктона в прибрежных районах Черного моря на протяжении 1990–1993 гг. показали, что из планктона исчезли некоторые виды копепод, в том числе один массовый вид. Численность других видов сильно сократилась. По времени эти изменения совпали с распространением в Черном море гребневика-вселенца *Mnemiopsis leidyi*. Тем не менее однозначно назвать причину происходящих изменений трудно. Однако бесспорно, что основной комплекс пелагической фауны черноморского планктона в настоящее время претерпевает значительные изменения.

На протяжении 80–90-х гг. в экосистеме пелагиали Черного моря происходили глубокие структурные изменения планктонного зооценса. Резкое увеличение биомассы медуз [1,2], а несколько позже — гребневика-вселенца *Mnemiopsis leidyi* привело к сокращению численности раккового зоопланктона и исчезновению отдельных видов, существенным изменениям структуры планктонных сообществ [3–5]. Исследованию открытых районов моря уделялось большее внимание по сравнению с прибрежными акваториями, хотя наиболее заметные и быстрые изменения происходят именно в прибрежных акваториях, где уровень загрязнения и общая антропогенная нагрузка значительно выше. В этом отношении показательны работы, выполненные в северо-западной части моря, шельф которого явился наиболее антропогенно-ранним районом моря [6–11]. Исследования лаборатории зоопланктона ИнБЮМ у берегов Крыма (Василева балка, Севастопольская бухта) и в других прибрежных районах, в частности у Карадага [12], в бухте Ласпи [13], представляют существенный интерес.

Материал и методика. В настоящей работе использованы материалы, собранные в начале сентября 1993 г. в северо-западной части моря (43-й рейс НИС "Профессор Водяницкий") и в июле того же года у берегов Крыма (Василева балка). В северо-западной части моря выполнены 3 станции напротив устьев рек Днепр, Днестр и Дунай, а также разрез, включающий 4 станции, от устья Днепра до центра западной халистазы. В Василевой балке из 5 станций 3 выполнены непосредственно у берега, на мелководье, и 2 — на разрезе от берега в открытую море. При сравнении привлекались материалы 3 экспедиций, охватывающих всю северо-западную часть моря (32, 35, 37 рейсы НИС "Профессор Водяницкий"), и данные мониторинга в Василевой балке, полученные в этих районах в летнее время в предыдущие годы. Зоопланктон собирали сетью Джеди (\varnothing 36, газ 49) над небольшими глубинами до дна, над большими — фракционно: над слоем скачка, в слое скачка и под слоем скачка. Пробы обработаны счетно-весовым методом. Для расчета биомассы использован стандартный вес планктонных организмов [14], а также nomogramмы Л.Я. Численко [15].

Результаты и обсуждение. Качественный состав исследованного зоопланктона был характерным для лета. Наиболее детально изучен видовой состав копепод. Среди них обычно доминировала *Acartia clausi*. Ее доля среди копепод на мелководье Василевой балки составляла 65%, а против устья Днепра — 100%. Над глубинами более 50 м в верхнем квазиоднородном слое в северо-за-

падной части также доминировала *A. clausi* (около 90%), тогда как в Василевской балке, где ветровой режим способствует частым сгонам, в результате которых поступают холодные воды и соответственно увеличивается вклад холодолюбивых видов (*Calanus euxinus* [16], *Pseudocalanus elongatus*, *Oithona similis*), доля *A. clausi* составляла немногим более 30%. В центральных районах моря (западная халистаза) в верхнем квазиоднородном слое *A. clausi* составляла около 70%.

Численность теплолюбивого *Paracalanus parvus* в северо-западной части моря в 1993 г. уменьшилась во много раз по сравнению с 1992 г. (со 145 экз./м³ в 1992 г. до 0,01 экз./м³ в 1993 г.). В Василевской балке, наоборот, она была низкой в 1992 г. (0,8 экз./м³) и значительно возросла в 1993 г., составляя 94 экз./м³. Другой теплолюбивый ракоч, *Centropages ponticus*, в том же 1993 г. в прибрежных районах не встречался. Единичные экземпляры этого вида обнаружены только в центральных районах моря. В 1992 г. на шельфе северо-западной части моря, так же как и в Василевской балке, он хотя и редко, но встречался.

В пробах зоопланктона не были обнаружены *A. clausi*, малая форма, предположительно *Acartia margalefi* [17], веслоногие ракчи сем. понтеллид и ранее массовая *Oithona nana*. На основании материалов мониторинга известно, что в Василевской балке *A. clausi*, малая форма, встречалась до 1990 г., *Pontella mediterranea* до 1986 г., а *O. nana* до 1989 г., когда в последний раз было обнаружено два экземпляра этого ракча. В пробах, собранных в северо-западной части моря в 1990–1992 гг., эти виды также не обнаружены. Следовательно, можно утверждать, что в настоящее время наблюдается обеднение видового состава копепод Чёрного моря. Впервые об этом заговорили исследователи северо-западной части моря. Они наблюдали замещение ценных в кормовом отношении видов копепод менее ценными личинками донных организмов, ноктилюкой [9]. После вселения гребневика *M. leidyi* этот процесс усилился.

Из ветвистоусых в исследованных материалах обнаружено три вида. Массовым из них был только один *Pleopis polypphemoides*, который встречался повсеместно. *Penilia avirostris* обнаружена лишь на станциях, расположенных далеко от берега, на северо-западном шельфе ее не было. В Василевской балке она также не встречалась. *Podonevadne trigona* обнаружена только напротив устья р. Днепр, где ее численность была высокой. Известно, что распределение кладоцер сильно зависит от общего загрязнения воды. По мере роста загрязнения воды их состав обедняется, и в наиболее загрязненных районах обитает лишь один вид *P. polypphemoides* [18], что и наблюдалось летом 1993 г. против устьев рек Днестр и Дунай и в Василевской балке. В 1992 г. материалы собраны в июле. *P. polypphemoides* в этих пробах также был массовым. Что касается *P. avirostris*, то в начале июля 1992 г. она встречалась в единичных экземплярах вдоль Кавказского побережья, в северо-западной части моря ее не было. В Василевской балке, где исследования проводились позже, в конце июля, ее численность составляла 27,5 экз./м³, а в августе достигла 836,1 экз./м³. Эти данные позволяют считать, что численность *P. avirostris* в 1992 г. у берегов Крыма сохранилась довольно высокой. Ее отсутствие на северо-западном шельфе в июле 1992 г. можно было бы объяснить тем, что наши исследования проведены до наступления массового размножения этого ракча, которое обыч-

но наблюдается в августе–начале сентября [19]. В то же время отсутствие *P.avirostris* на северо-западном шельфе в начале сентября 1993 г. позволяет предположить, что высокий уровень загрязнения, характерный для этой части моря, способствует вытеснению чувствительной к загрязнению *P.avirostris* подальше от берега в открытое море. Кроме вышеупомянутых ветвистоусых, в отдельные годы встречалась *Pseudevadne tergestina* (название вида приведено по [20]), а летом 1990 г. крайне редко попадалась *Eavadne spinifera*. Другие, ранее малочисленные виды черноморских ветвистоусых, в настоящее время в планктоне не встречались. Тем не менее их отсутствие не позволяет нам ответить на вопрос, исчезли ли они из планктона или вследствие своей малочисленности не попадались в наших сборах. Исследования зоопланктона северо-западной части моря в 80-х годах свидетельствуют об обеднении общего состава ветвистоусых и смещении ареала обитания *P.tergestina*, *E. spinifera* и *P.avirostris* в открытое море [8]. Наши материалы подтверждают, что подобные тенденции сохранились и в 90-е годы, при этом они стали проявляться и у берегов Крыма.

Из других групп животных в пробах мезопланктона встречались личинки донных животных: полихет, цирripедий (наутилиусы и циприсы), двустворчатых и брюхоногих моллюсков, а также ноктилюка (*Noctiluca miliaris*), гидромедузы, аппендикурярия *Oicopleura dioica*, гребневик *Pleurobrachia rhodopis* и сагитта *Sagitta setosa*. На прибрежных станциях против устья р. Днепр в массе обнаружены коловратки и их яйца.

В северо-западной части моря не встречались личинки декапод. В Василевской балке их не было на самых прибрежных станциях, они обнаружены лишь на наиболее удаленных от берега станциях, над глубинами более 50 м. Отсутствие личинок декапод на прибрежных станциях Василевской балки, очевидно, связано с периодическим выпуском шламовых вод у берега, приведшим к значительному обеднению донной фауны в этом районе.

Суммарная численность зоопланктона в верхнем квазиоднородном слое, так же как и биомасса, уменьшались в направлении от северо-западного шельфа к свалу глубин, а затем несколько увеличились в центральной глубоководной части моря (табл.1). У берегов Крыма эти величины выше за счет ноктилюки, которая составляла до 85% суммарной численности зоопланктона. В северо-западной части в верхнем квазиоднородном слое ее не было. На разрезе, выполненнном от устья Днепра в открытую море, она обнаружена только в глубоководных центральных районах моря.

На станциях, выполненных над шельфовой зоной и в приустьевых районах рек Днестр и Дунай, средние величины численности и биомассы зоопланктона (соответственно 182 экз./ m^3 и 6.4 мг./ m^3 с учетом гребневика *P.rhodopis*) были выше, чем над свалом глубин. На их фоне выделяется станция, расположенная напротив устья р. Днепр. Суммарная численность зоопланктона там была на два порядка выше, чем в целом по району. Численность *A.clausi* составляла 7 тыс.экз./ m^3 , коловраток — 11 тыс.экз./ m^3 . Многочисленными были представители меропланктона. При этом видовой состав зоопланктона был крайне бедным. Из копепод обнаружены только акарция и гарпактициды, а из ветвистоусых — *P.trigona* и *P.polyphemoides*. Обедненность видового состава и резкое доминирование немногих видов при высокой общей численности организмов обычно характерно для эвтрофных вод.

Таблица 1

Средние величины численности (Ч, экз./м³) и биомассы (Б, мг/м³) мезопланктона
в верхнем квазиоднородном слое (0–5, 0–7, 0–20 м) летом 1993 г.

Район	Копеподы		Прочие		Сагитты		Плевробрахии		Всего	
	Ч	Б	Ч	Б	Ч	Б	Ч	Б	Ч	Б
Северо-западный шельф	1771,1	5,9	4600	36,4	1,3	0,14	0,1	2,8	6362,6	45,2
На свале глубин северо-западного района										
Западная халистаза	135,6	1,8	26,4	0,4	14,8	1,19	0	0	176,8	3,4
Шельф у берегов Крыма, (Василева балка)	208	3,6	72,2	1,7	11,3	1,19	1,5	0,8	292,9	7,2
	1296,8	11,1	78846	607,5	1,2	0,07	1,3	156,6	9146	775
	без ноктилюки				без ноктилюки				без ноктилюки	
	1087		12,7						2386,7	180

Таблица 2

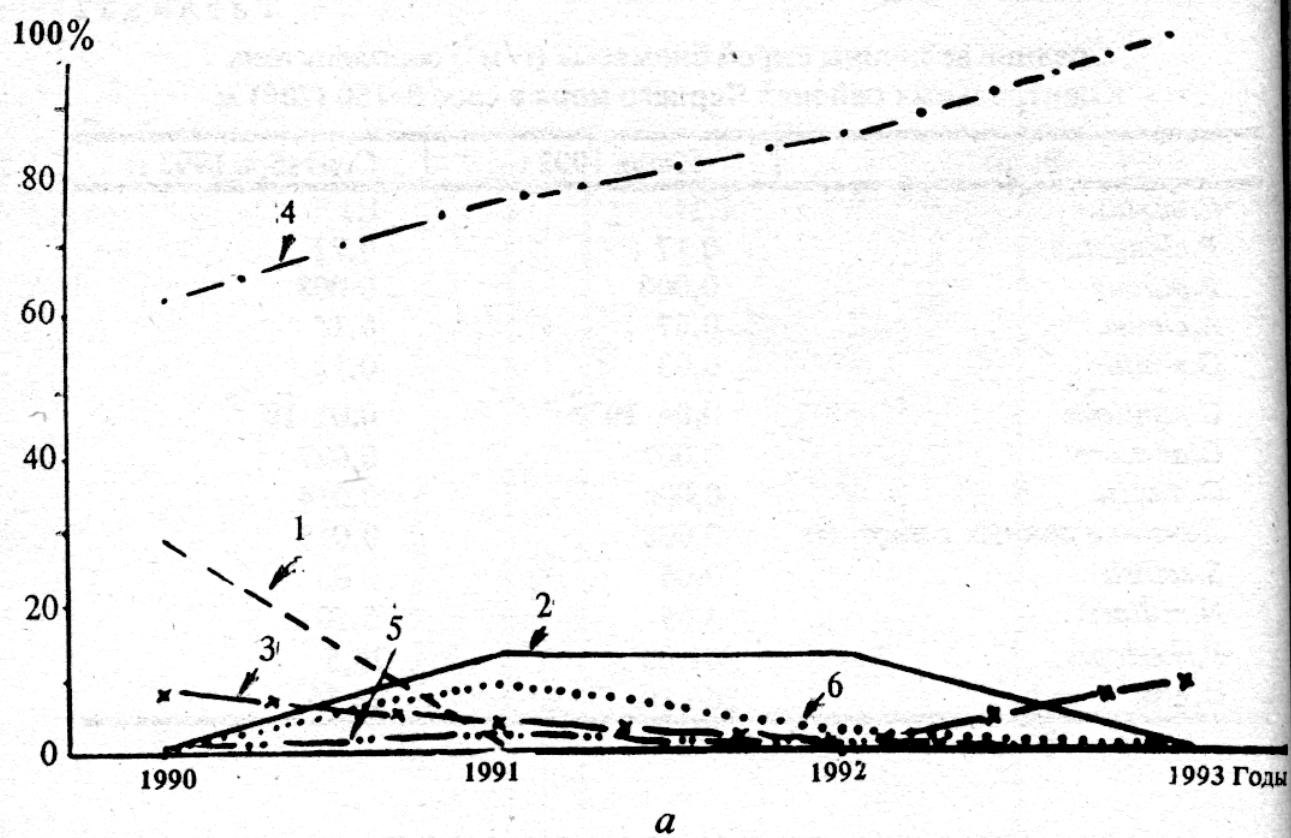
Средние величины сырой биомассы ($\text{г}/\text{м}^2$) зоопланктона
в центральных районах Черного моря в слое 0–150 (200) м

Виды	Июль 1992 г.	Сентябрь 1993 г.
<i>C.euxinus</i>	1,11	1,17
<i>P.elongatus</i>	0,17	0,22
<i>P.parvus</i>	0,006	0,008
<i>A.clausi</i>	0,07	0,15
<i>O.similis</i>	0,03	0,12
<i>C.ponticus</i>	$0,04 \cdot 10^{-2}$	$0,01 \cdot 10^{-2}$
<i>Cladocera</i>	0,007	0,027
<i>O.dioica</i>	0,006	0,014
Личинки донных животных	0,008	0,018
<i>S.setosa</i>	0,05	0,03
<i>N.miliaris</i>	3,65	5,50
<i>P.rhodopis</i>	201,00	29,5
Всего	206,10	36,76

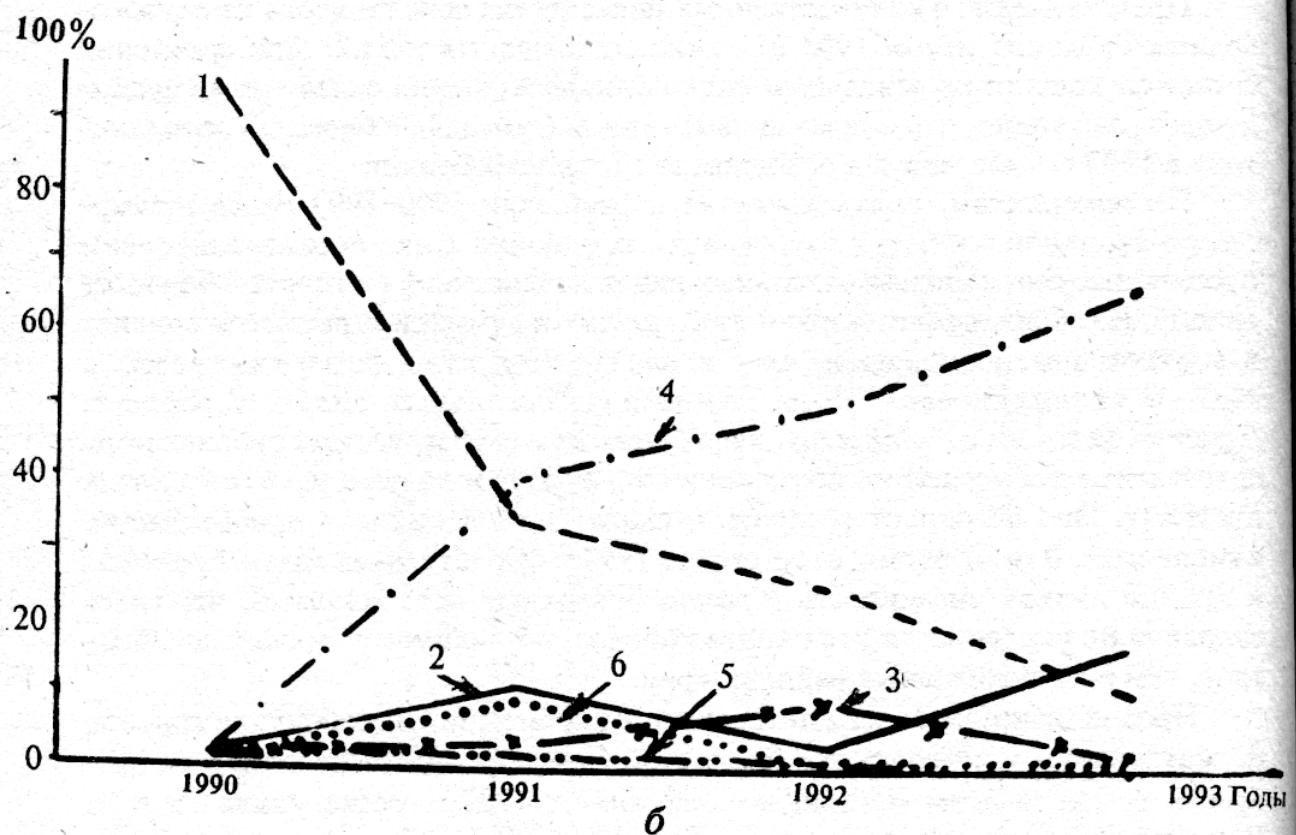
Представление о количественных показателях зоопланктона на глубоководных станциях летом 1993 г. можно составить по табл.2. При сравнении биомассы копепод по отдельным видам с аналогичными показателями предыдущего года видно, что они мало изменились. Суммарная биомасса зоопланктона в 1993 г. была ниже, в основном за счет плевробрахии.

По материалам, полученным на протяжении 1990–1993 гг. на шельфе северо-западной части и в глубоководных районах моря, проанализированы процентные соотношения отдельных видов копепод в их суммарной биомассе (рис.1). На обоих графиках процент *C.euxinus* от суммарной биомассы копепод в верхнем квазиоднородном слое в начале 90-х годов резко снижается, а *A.clausi* увеличивается. Доля каждого из остальных видов (*C.ponticus*, *P.parvus*, *O.similis* и *P.elongatus*) в прибрежных и глубоководных районах моря сохраняется невысокой на протяжении 90-х годов и колеблется в небольших пределах. Это позволяет говорить о сходных тенденциях в происходящих изменениях. В то же время, отсутствие в 1993 г. в прибрежных водах *C.ponticus* и крайне низкая численность *P.parvus* позволяют предположить, что здесь сокращение численности этих видов копепод, по-видимому, происходит быстрее, чем в глубоководных районах моря.

Проанализируем более длительный ряд изменений в сообществе копепод по материалам мониторинга в Василевской балке. Биомасса копепод в летнее время, согласно этим материалам, начиная с 1987 г. резко упала (рис.2). Размах амплитуды межгодовых колебаний сократился. Это совпало с распространением по Черному морю гребневика-вселенца *M.leidyi*, одиночные особи которого наблюдались в 1987 г. Летом следующего года он стал массовым по всему морю [21,22]. По нашим данным, в севастопольских бухтах в августе 1988 г. его численность изменилась от 7,3 экз/ м^3 (бухта Казачья) до нескольких десятков экземпляров в Камышовой бухте при нагонном ветре. В



a



b

Р и с. 1. Изменение в верхнем квазиоднородном слое процентного соотношения отдельных видов копепод в их суммарной биомассе на шельфе северо-западной части (*a*) и в глубоководных районах моря (*b*): 1 — *C. euxinus*, 2 — *P. parvus*, 3 — *P. elongatus*, 4 — *A. clausi*, 5 — *C. ponticus*, 6 — *O. similis*

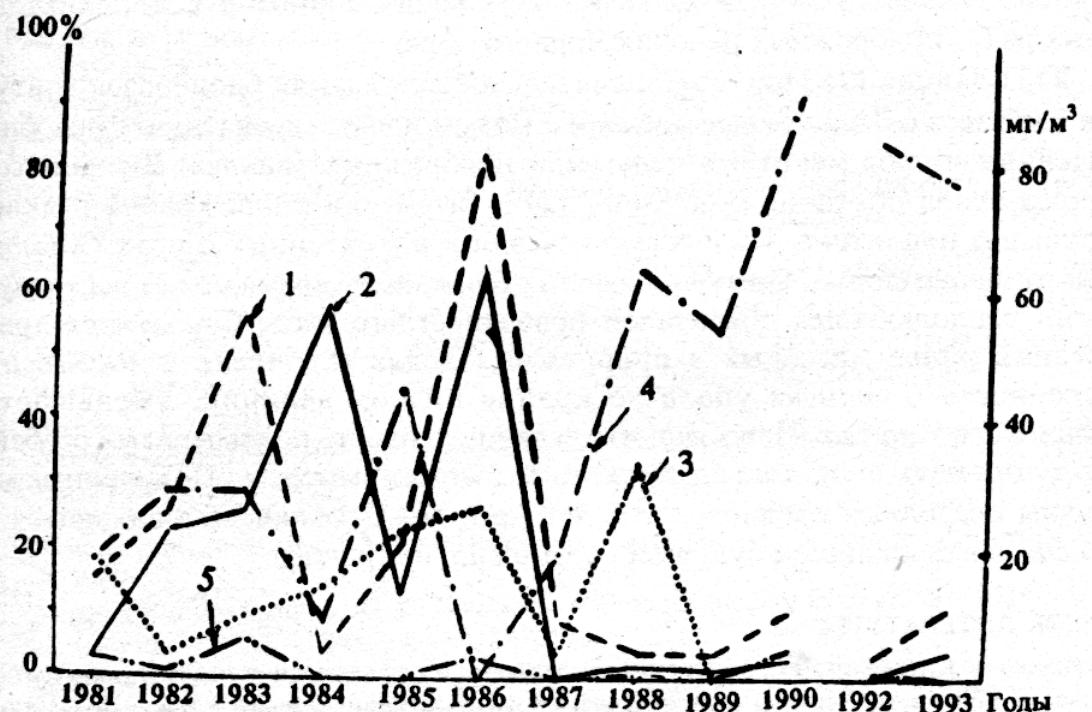


Рис. 2. Изменения процентного соотношения видов и биомассы копепод ($\text{мг}/\text{м}^3$): 1 — биомасса, 2 — *P. parvus*, 3 — *O. nana*, 4 — *A. clausi*, 5 — *C. ponticus* (в 1991 г. наблюдения не проводились)

Василевской балке его количество не превышало нескольких экземпляров в кубическом метре, при этом колебания биомассы были очень значительными от 1,1 до 23 $\text{г}/\text{м}^3$.

В 1987 г. в Василевской балке на фоне общего снижения биомассы копепод резко снизилась доля обитателей поверхностного слоя — теплолюбивых видов *P. parvus* и *C. ponticus*, массовое развитие которых раньше наблюдалось в летнее время. Возможно, это связано с поздней весной в 1987 г., когда сроки массового появления теплолюбивых видов отодвинулись и в период исследования преобладали холодолюбивые формы. Однако в последующие годы процент теплолюбивых форм оставался крайне низким. В 1987 г. сократился процент *O. nana* в суммарной биомассе копепод. В следующем 1988 г. численность *O. nana* восстановилась, но уже осенью раков в планктоне стало мало, и в 1989 г. они исчезают. В 90-х годах *O. nana* в Василевской балке не встречалась. Ее исчезновение из планктона совпало с массовым развитием гребневика-вселенца мнемиопсиса у берегов Крыма. Исчезновение *O. nana* и одновременное резкое падение биомассы теплолюбивых копепод привело в дальнейшем к доминированию в планктоне Василевской балки *A. clausi*. Ранее такое доминирование акарии наблюдалось только в сильно загрязненных портовых зонах [23, 24]. В Василевской балке это совпало с распространением гребневика мнемиопсиса. В то же время все усиливающееся загрязнение Черного моря, наряду с другими антропогенными факторами, приводит к обеднению видового состава, что было наглядно показано работами Ю.П. Зайцева с сотрудниками на примере северо-западной части моря [8-11, 25, 26], поэтому однозначно назвать причину происходящих изменений трудно. Однако, бесспорно, наблюдается деградация сообщества копепод. Уменьшение биомассы копепод,

обеднение видового состава привели к ухудшению кормовой базы планктоноядных рыб в прибрежных районах Черного моря.

Ю.П.Зайцев [25] пишет о значительной деградации биоценозов контурных сообществ. В настоящее время мы можем констатировать, что подобные тенденции имеют место и в пелагиали прибрежных районов. Вначале сократился ареал обитания понтеллид [27], затем они стали крайне редкими формами в планктоне. Полностью исчезли в планктонных сборах *O. pana* и *A. clausi*, малая форма. Подобная участь в ближайшее время может постигнуть других теплолюбивых обитателей поверхностного слоя. Сократился ареал обитания ранее массовых в прибрежных водах *C. ponticus* и *P. avirostris*. Численность *C. ponticus* упала до крайне низких величин, уменьшается численность *P. parvus*. Известно, что если численность половозрелых особей в популяции неуклонно сокращается, то вид может вымереть. Полученные материалы позволяют предположить, что на грани исчезновения находится *C. ponticus*, а в ближайшем будущем, возможно, и *P. parvus*.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гомою М.Т., Куприянов С.С. Оценка численности и распределения медуз *Aurelia aurita* в восточной части Черного моря// Экосистемы пелагиали Черного моря.— М.: Наука, 1980.— С. 191–198.
2. Загородня Ю.А. Неравномерность пространственного распределения мезо- и макропланктона в летний период 1980г.//Динамика вод и продуктивность планктона Черного моря.— М.: Коорд. центр стран-членов СЭВ по пробл."Мировой океан", 1988.— 24, N2.— С. 20–23.
3. Виноградов М.Е. Современные тенденции изменений экосистемы Черного моря//Вестник АН СССР.— 1987.— N10.— С. 56–67.
4. Ковалев А.В., Мельников В.В., Островская Н.А. и др. Макропланктон//Планктон Черного моря.— Киев:Наук.думка, 1993.— С. 183–193.
5. Шушкина Э.А., Николаева Г.Г., Лукашева Т.А. Изменения структуры планктонного сообщества Черного моря при массовом развитии гребневика *Mnemiopsis leidyi* (Agassiz) //Журнал общей биологии.— 1990.— 51, N1.— С. 54–60.
6. Зайцев Ю.П., Гаркавая Г.П., Нестерова Д.А. и др. Современное состояние экосистемы северо-западной части Черного моря.— М.: Наука, 1987.— С. 216–230.
7. Коваль Л.Г. Зоо- и некрозоопланктон Черного моря.— Киев:Наук.думка, 1984.— 127 с.
8. Настенко Е.В., Пилищук Л.Н. Современное состояние популяций ветвистоусых ракообразных Черного моря//Гидробиологический журнал.— 1985.— 21, N5.— С. 3–10.
9. Пилищук Л.Н., Настенко Е.В., Гаркавая Г.П. Некоторые особенности современного состояния пелагического инейстонного зооценозов Черного моря //Экология моря.— 1984.— Вып.18.— С. 25–34.
10. Пилищук Л.Н., Настенко Е.В., Трофанчук Г.М. Современное состояние зоопланктона Каркинитского залива северо-западной части Черного моря/ Депон. рукопись N 2111-I911.— М.: ВИНИТИ, 1991.— 45 с.
11. Пилищук Л.Н., Настенко Е.В., Трофанчук Г.М. Современное состояние мезо-, макрозоопланктона северо-западной части и смежных районов Черного моря//Материалы Всесоюз. конф. "Социально-экологические проблемы Черного моря" (Керчь, 26–28 марта 1991 г.) Ч.1.— Керчь, 1991.— С. 18–19.
12. Мурина В.-Г.В., Загородня Ю.А. Зоопланктон //Природа Карадага.— Киев: Наук.думка, 1989.— С. 228–233.
13. Загородня Ю.А. Структурные и продукционные характеристики зоопланктона в районе размещения мидиевой плантации //Экология моря.— 1990.— Вып.36.— С. 21–33.
14. Петипа Т.С. О среднем весе основных форм зоопланктона Черного моря//Тр.Севастопол. биол. станции.— 1957.— 9.— С. 39–57.
15. Численко Л.Я. Номограммы для определения веса водных организмов по размерам и форме тела.— Л.: Наука, 1968.— 106 с.
16. Hulsemann K. *Caianus euxinus*, new name, a replacement name for *Calanus ponticus karaiaev*, 1984 (*Sopropoda, Calanoida*) // Proc. biol. Soc. Wash.— 1991.— 104(3).— P. 620–621.

17. Belmonte G., Mazzocchi M.G., Prusova I.Yu. et al. *Acartia margalefi* and *A. tonsa*: two new species for the Black Sea // Fifth International Conference on Copepoda. — Baltimore, June 6–12. — 1993. — P. 52.
18. Горяйнова Л.И. Распределение ветвистоусых ракообразных (*Cladocera*) в бухтах северо-восточной части Черного моря // Гидробиологические исследования северо-восточной части Черного моря. — Ростов-на-Дону: РГУ, 1973. — С. 106–112.
19. Грэз В.Н., Балдина Э.П., Билева О.К. Динамика численности и продукции основных компонентов зоопланктона в неритической зоне Черного моря // Биология моря. — 1971. — Вып. 24. — С. 12–48.
20. Мордухай-Болтовской Ф.Д., Ривьер И.К. Хищные ветвистоусые *Podonidae*, *Polyphemidae*, *Cercopagidae* и *Leptodoridae* фауны мира. — Л.: Наука, 1987. — 182 с.
21. Виноградов М.Е., Шушкина Э.А., Мусаева Э.И. и др. Новый вселенец в Черное море — гребневик *Mnemiopsis leidyi* (A. Agassiz) (*Ctenofora:Lobota*) // Океанология. — 1989. — 29, вып. 2. — С. 293–299.
22. Зайцев Ю.П., Воробьева Л.В., Александров Б.Г. Новый вид *Ctenophora* в Черном море / Депон. рукопись N 5846-13. — М.: ВИНТИ, 1988. — 6 с.
23. Lakkis S., Abboud M. Zooplankton et pollution du secteur Lihanais en Mediterranee orientale. — Rapp. et proc. -verb. reun, Commis int. explor. sci. Mer. mediterr. — Monaco. — 1976. — 23, N9. — P. 79–81.
24. Беляева Н.В., Загородня Ю.А. Зоопланктон Севастопольской бухты в 1981–1984 гг. // Экология моря. — 1988. — Вып. 29. — С. 77–84.
25. Воробьева Л.В. Распределение *Copepoda* в песчаных осадках пляжей северо-западной части Черного моря // Биология моря. — Киев: Наук. думка, 1984. — Вып. 3. — С. 45–49.
26. Зайцев Ю.П. Антропогенные изменения в сообществах биологически активных зон Черного моря // Изменчивость экосистемы Черного моря. Естественные и антропогенные факторы. — М.: Наука, 1991. — С. 306–310.
27. Полищук Л.Н. Новые данные о распределении гипонейстонных раков семейства *Pontellidae* в северо-западной части Черного моря // Биология моря. — Киев: Наук. думка, 1977. — Вып. 43. — С. 23–25.

Институт биологии южных морей НАН Украины,
Севастополь