



НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 574.583(262.5)

Ю. А. Загородняя, канд. биол. н., с.н.с., **А. В. Темных**, аспирант, **В. К. Морякова**, вед. инж.

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

**СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ГОЛОПЛАНКТОНА
В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ ЧЁРНОГО МОРЯ В 2002 г.**

Исследована сезонная динамика численности и биомассы голопланктона в акватории внешнего рейда г. Севастополя (Чёрное море) по материалам круглогодичных сборов в 2002 г. В годовом цикле численности и биомассы зоопланктона чётко обозначился пик в сентябре, отсутствовавший в середине 90-х годов, когда наблюдалось массовое развитие мнемииопсиса. По сравнению с серединой 90-х годов, видовой состав голопланктона не изменился, а среднегодовая биомасса копепод на шельфе в 2002 г. увеличилась в 2.5 раза. Для 2002 г., наиболее тёплого в последние годы, характерен низкий уровень развития ноктилюки.

Ключевые слова: голопланктон, копеподы, сезонная динамика, гребневики-вселенцы, Чёрное море

Появление в 80-х годах 20 ст. в Чёрном море гребневика мнемииопсиса повлияло на развитие фактически всего планктонного комплекса [1], при этом наиболее существенно пострадал рачковый планктон, который служит ему основным кормом [23, 24]. Поскольку массовое развитие мнемииопсиса на шельфе Крыма наблюдается в июле – августе [12, 30], сезонная динамика зоопланктона, определяемая изменчивостью гидрологических и гидрохимических условий, претерпела определённые изменения [2, 11]. Начиная с 1999 г., у берегов Крыма наблюдается массовое развитие нового гребневика-хищника *Beroe ovata*, активно выедающего мнемииопсиса [22]. Появление берое положительно отразилось на количественных характеристиках зоопланктона в разных районах моря [2, 7, 8, 10, 25, 27]. Цель данной работы: изучить сезонную динамику основных видов зоопланктонного сообщества у берегов Крыма (район Севастополя) в 2002 г.

Материал и методы. В акватории внешнего рейда г. Севастополя, напротив ра-

диобиологического корпуса ИнБЮМ, с января по декабрь 2002 г. брали пробы зоопланктона и измеряли температуру воды в море. Исследования выполняли на двух станциях: одна из них (ст. 1) находилась на мелководье в районе мидийной фермы (глубина 15 – 20 м), а другая (ст. 2) располагалась над шельфом в 2 км от берега (глубина 40 м). Разделение на мелководье и шельф проведено согласно [26]. Материал собирали сетью Джели (диаметр входного отверстия 36 см, ячей сита 140 мкм) в слое 0 – 10 м два раза в месяц. Пробы фиксировали 4 % формалином. Изучали качественный состав и количественные характеристики голопланктона. Подсчет организмов проводили в счётной камере Богорова. Малочисленные формы просчитывали во всей пробе, а массовые, после концентрирования пробы до 20 мл, в двух миллилитрах при двукратной повторности. Для расчёта биомассы зоопланктона использовали стандартные веса организмов [21]. Всего обработана 51 проба (ст. 1 – 29 проб и ст. 2 – 22 пробы).

Для каждого месяца вычисляли средние значения численности и биомассы зоопланктона по каждой станции отдельно. Проведена статистическая обработка данных – стандартная и с использованием программы Biodiversity Pro. При анализе материалов привлечены данные спутниковых измерений температуры поверхности Чёрного моря за период с 1985 по 2001 гг. (AVHRR Ocean Pathfinder Data JPL NOAA/NASA/) для узла регулярной сетки с координатами 45.09° с.ш. и 32.78° в.д. Для более ранних лет данные по температуре взяты из ежегодников МО УкрНИГМИ. Выборка и обработка данных по температуре проведены авторами.

Результаты. Видовой состав голопланктона в 2002 г. был представлен: семью видами копепод (*Acartia clausi*, *A. tonsa*, *Paracalanus parvus*, *Pseudocalanus elongatus*, *Calanus euxinus*, *Centropages ponticus*, *Oithona similis*) и четырьмя, встречающимися в планкто-

не с мая по декабрь, видами кладыцер (*Pleopis polyphemoides*, *Penilia avirostris*, *Pseudevadne tergestina*, *Evadne spinifera*). Из других групп зоопланктона обнаружены *Noctiluca scintillans*, *Oikopleura dioica*, *Sagitta setosa*, колоوراتки и планулы медуз. Кроме того, в пробах изредка встречались прибрежные формы циклопид рода *Cyclopina*, гарпактициды и личинки (1 – 4 мм) ланцетника *Amphioxus lanceolatus*. Обычные в 70 – 80-х годах XX века обитатели черноморского планктона копеподы сем. Pontellidae и *Oithona nana* не обнаружены.

Сезонная динамика численности и биомассы зоопланктона на мелководье и над шельфом в верхнем 10-метровом слое представлена на рис. 1.

Зимой (январь – февраль) в планктоне на обеих станциях преобладали копеподы: холодноводноводный *P. elongatus* и эвритермные *A. clausi* и *P. parvus* (рис. 2).

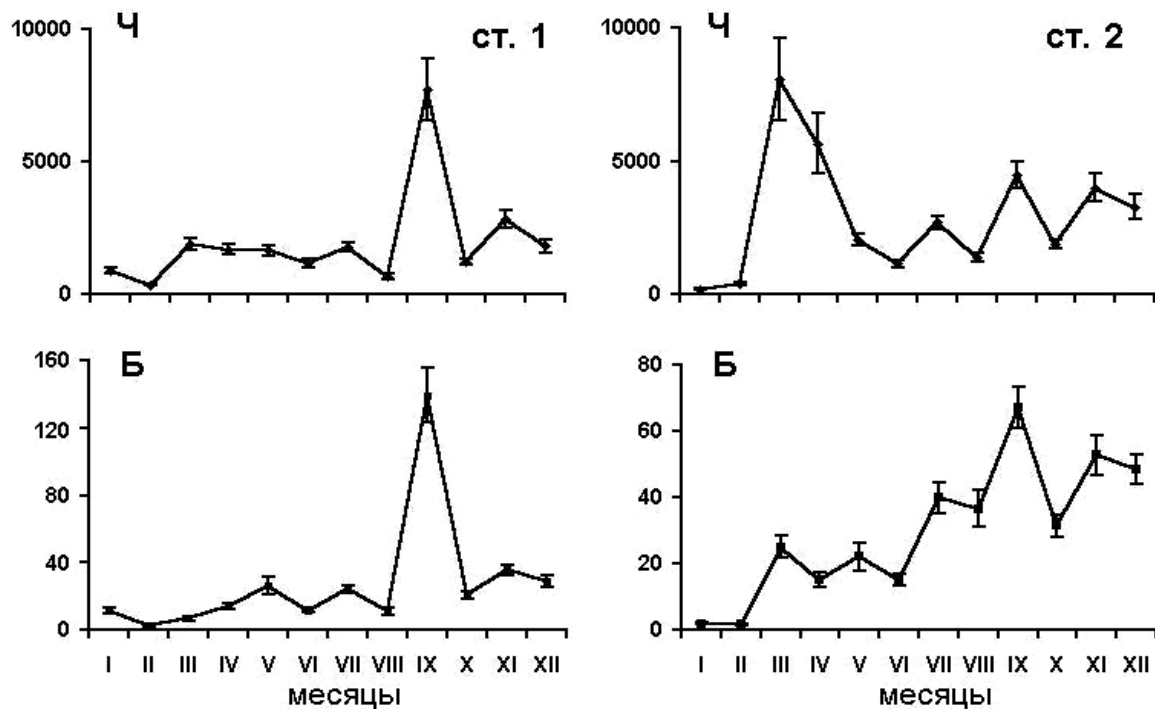


Рис. 1 Сезонная динамика численности (Ч, экз./м³) и биомассы (Б, мг/м³) голопланктона на внешнем рейде Севастополя в 2002 г. (на графиках приведены стандартные отклонения (SD))

Fig. 1 Seasonal dynamic of holoplankton abundance (Ч, ind./m³) and biomass (Б, mg/m³) in inshore waters near Sevastopol in 2002 (standard deviations (SD) are shown on the diagrams)

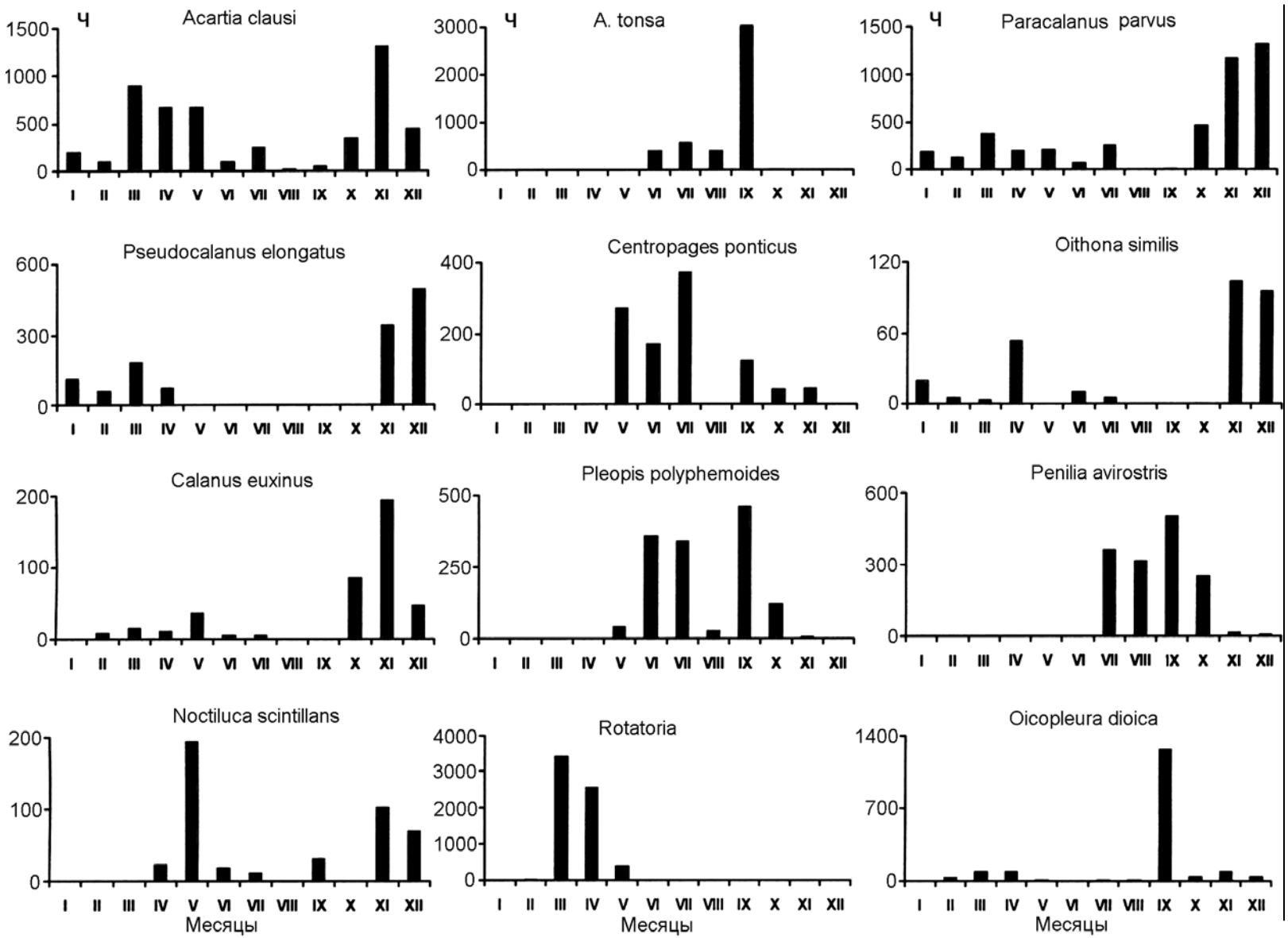


Рис. 2 Сезонная динамика численности (Ч, экз./м³) основных видов зоопланктона в 2002 г., усреднённая по двум станциям

Fig. 2 Seasonal dynamic of the main zooplankton species abundance (Ч, ind./m³) in 2002, averaged data on two stations

На их долю приходилось более 95 % обилия голопланктона. В январе количественные показатели голопланктона были выше на мелководье, чем над шельфом. В феврале они сравнивались на обеих станциях, поскольку на мелководье сократилась численность копепод, а над шельфом, напротив, она увеличилась, в основном за счет *P. parvus*. В феврале на шельфе появились первые коловратки.

В марте – апреле, по сравнению с зимними месяцами, численность и биомасса голопланктона на обеих станциях увеличились, при этом абсолютные величины были значительно выше над шельфом, чем на мелководье. В марте над шельфом зафиксирована максимальная плотность голопланктона (8085 экз./м³), которую определяли в основном коловратки (75 %). Пик обилия коловраток на обеих станциях также пришелся на март, при этом их численность и биомасса были достоверно выше над шельфом. По биомассе на обеих станциях преобладали копеподы, среди которых доминировала *A. clausi*.

В последующие месяцы численность голопланктона над шельфом плавно снижалась, а на мелководье менялась слабо. Биомасса голопланктона постепенно увеличивалась за счет копепод и ноктилюки. Последняя появилась на мелководье в апреле, а над шельфом несколько позже – в мае. С повышением температуры воды снизилась численность холодноводного *P. elongatus*. В апреле он ещё встречался на мелководье, но уже полностью исчез из верхнего 10-метрового слоя над шельфом. Этот вид совершает вертикальные миграции и, по-видимому, на шельфе рачки в дневное время находились глубже облавливаемого нами слоя. Численность эвритермных копепод *A. clausi* и *P. parvus* была выше над шельфом.

В мае на обеих станциях появились теплолюбивые виды *C. ponticus* и *P. polyphemoides*. Более высокая численность *C. ponticus* отмечена над шельфом, а *P. polyphemoides* – на мелководье. В указанный месяц

на обеих станциях наблюдалось массовое развитие ноктилюки, с максимальными в году величинами численности и биомассы (табл. 1).

В июне количественные показатели голопланктона на обеих станциях мало различались. Над шельфом доминировали представители теплолюбивого комплекса: *C. ponticus*, *P. polyphemoides* и появившаяся в этом месяце *A. tonsa*. Перечисленные виды составляли 71 % численности голопланктона. Эвритермная *A. clausi* была многочисленнее над шельфом. Напротив, численность теплолюбивой *A. tonsa* была в два раза, а биомасса в три раза выше на мелководье, в сравнении с шельфом. Этот вид доминировал в планктоне прибрежья, составляя 48 % суммарной численности голопланктона. Над шельфом доминировал *P. polyphemoides* (44 %).

В июле на обеих станциях численность и биомасса голопланктона возросли в полтора – два раза. Более высокие величины голопланктона наблюдались над шельфом. В планктоне появились клadoцеры *P. avirostris*, *P. tergestina* и *E. spinifera*. Массовое развитие в этом месяце теплолюбивых видов (*P. avirostris*, *C. ponticus*, *A. tonsa*) и *A. clausi* определяло обилие планктона.

В августе средние величины численности и биомассы голопланктона, отдельных видов на обеих станциях снизились вдвое. Однако, учитывая большой разброс абсолютных величин в течение месяца, полученное различие статистически недостоверно. В целом, величины оказались выше над шельфом, чем на мелководье. Численность и биомассу голопланктона над шельфом определяли три вида (*P. tergestina*, *P. avirostris* и *A. tonsa*), на мелководье же по численности доминировала *A. tonsa* (60 %), а по биомассе – *P. avirostris* (69 %).

Сентябрь характеризовался значительным, по сравнению с августом, увеличением численности и биомассы голопланктона.

Табл. 1 Средние и максимальные величины численности (Ч, экз./м³) и биомассы (Б, мг/м³) основных видов голопланктона на мелководье (ст. 1) и на шельфе (ст. 2) в 2002 г.Table 1 Average and maximum values of the main holoplankton species abundance (Ч, ind./m³) and biomass (Б, mg/m³) in shallow (st. 1) and inshore (st. 2) waters in 2002

Вид	Продолжительность вегетационного периода в месяцах	Ст. 1				Ст. 2			
		Средняя		Максимальная		Средняя		Максимальная	
		Ч	Б	Ч	Б	Ч	Б	Ч	Б
<i>Acartia clausi</i>	12	327	3.4	967	9.2	524	6.4	1651	22.1
<i>A. tonsa</i>	5	1171	8.0	4463	29.7	600	3.0	1590	9.2
<i>Paracalanus parvus</i>	12	299	1.9	940	6.8	438	2.9	1700	10.3
<i>Pseudocalanus elongatus</i>	12	97	1.0	447	5.5	113	1.4	832	13.8
<i>Oithona similis</i>	12	30	0.1	159	0.5	19	0.1	145	0.6
<i>Centropages ponticus</i>	8	120	2.0	255	4.3	142	2.0	535	7.7
<i>Calanus euxinus</i>	12	34	0.3	149	2.2	34	0.6	240	3.3
Копеподы (среднегодовая)	12	1355	10.8	4621	34.0	1473	14.0	3673	38.2
<i>Pleopis polyphemoides</i>	7	143	1.0	450	4.1	245	2.0	758	6.8
<i>Penilia avirostris</i>	6	257	9.0	800	28.0	229	8.0	460	16.1
<i>Pseudevadne tergestina</i>	4	32	1.3	109	4.3	159	6.0	438	17.5
<i>Evadne spinifera</i>	1	45	0.9	45	0.9	0	0	0	0
Кладоцеры (среднегодовая)	12	226	5.7	1071	33.8	311	7.4	1143	32.3
<i>Noctiluca scintillans</i>	12	43	4.4	250	20.0	32	3.1	148	16.5
<i>Sagitta setosa</i>	12	62	5.4	579	55.9	55	3.2	406	23.4
Rotatoria	12	137	0.2	808	0.9	929	1.0	6025	6.6
<i>Oikopleura dioica</i>	12	148	1.3	1427	12.5	132	1.0	1113	9.0
Голопланктон (среднегодовая)	12	1971	27.7	7747	139.4	2932	29.8	8085	67.1

Различие достоверно при невысоком уровне значимости (0.83 – 0.85). На мелководье эти показатели увеличились в основном за счёт *A. tonsa* (58 %), максимумы обилия которой зафиксированы на обеих станциях (табл. 1). При доминировании *A. tonsa* на мелководье отсутствовала *A. clausi*. В сентябре численность многих видов выросла, отмечены максимумы численности и биомассы *O. dioica* и *S. setosa* (табл. 1).

В октябре – ноябре количественные показатели голопланктона уменьшились, причём более резко на мелководье. В результате относительно высокие, по сравнению с мелководьем, величины численности и биомассы голопланктона и отдельных видов отмечены над шельфом. Здесь в октябре появились эвритермный *P. parvus* и холодолюбивый *C. euxinus*, численность теплолюбивых видов снизилась, исчезла *A. tonsa*, хотя на мелководье

она встречалась до ноября. Сократилась численность *O. dioica* и *S. setosa*, однако вклад сагитт в биомассу оставался существенным. В ноябре численность эвритермных копепоид *A. clausi* и *P. parvus* продолжала увеличиваться.

В декабре более высокие численность и биомасса голопланктона над шельфом, по сравнению с мелководьем, сохранились, хотя относительно ноября они снизились. По численности доминировал *P. parvus* (52 %), в сезонной динамике которого, а также *P. elongatus* отмечены максимумы численности. Наряду с этими видами, существенный вклад в биомассу голопланктона вносили *A. clausi*, ноктилюка и *S. setosa*. В планктоне при низкой численности ещё встречался теплолюбивый *C. ponticus*. Копеподы доминировали в ноябре и декабре по численности и биомассе.

Размах сезонных колебаний численности голопланктона над шельфом был вдвое выше (43), чем на мелководье (22). Амплитуда колебаний его биомассы в годовом цикле, напротив, была выше на мелководье: максимум превышал минимум в 57 раз (над шельфом – в 40). Внутригодовая изменчивость численности зоопланктона, о которой судили по коэффициентам вариации, была выше на мелководье (98 %), чем над шельфом (79 %), а различия по биомассе составили соответственно 132 и 68 %.

Оценка сходства видового состава и обилия (по численности) голопланктона на протяжении года, выполненная на основе иерархической кластеризации, выявила в годовом цикле развития зоопланктона на шельфе (при 40 % уровне сходства) два периода: зимне-весенний, длившийся с ноября по май, и летне-осенний, - с июня по октябрь (рис. 3а).

Полученные нами результаты свидетельствуют о существенной сезонной перестройке видового состава голопланктона. Использование метода кластерного анализа позволило также выделить две группы планктёров со сходной сезонной динамикой (рис. 3б).

В первую группу вошли сагитты, кладоцеры и тепловодные виды копепод; их массовое развитие наблюдалось в летний период с пиком численности большинства видов в сентябре. Вторая группа включала коловраток и ноктилюку, с пиком обилия в первой половине года, а также холодноводных копепод и *P. parvus*, *A. clausi*, *O. dioica*, которые были обильными во вторую половину года. Последние три вида традиционно считались круглогодичными формами на шельфе и обильными в тёплое время года.

Внутри каждого из выделенных комплексов коэффициенты корреляции по численности у видов со сходной динамикой могли сильно различаться в зависимости от удалённости станции. Например, для комплекса видов *A. tonsa*, *P. avirostris* и *P. tergestina* он был мак-

симальным ($r > 0.9$) на мелководье, а для комплекса *A. tonsa* + *P. polyphemoides* – максимальным на шельфе ($r = 0.8$) и низким ($r = 0.3$) – на мелководье.

Представление об уровне развития голопланктона в 2002 г. и обилии отдельных видов на внешнем рейде г. Севастополя дают данные табл. 1. Заметим, что различия среднегодовых величин численности и биомассы голопланктона на мелководье и шельфе статистически недостоверны.

Среднегодовые величины численности и биомассы видов, встречающихся в планктоне только в тёплое время года, рассчитывались за вегетационный период: для *A. tonsa* за пять месяцев (с июня по октябрь), для *C. ponticus* за восемь месяцев (с мая по декабрь), т.е. когда рачки обнаруживались в планктоне. Полученная таким образом средняя численность *A. tonsa* оказалась вдвое выше на мелководье, а биомассы различались почти втрое. Различие значимо при $P=0.05$. Численность *A. clausi*, напротив, выше на шельфе. Среднегодовые численность и биомасса *C. ponticus* мало различались на обеих станциях, а *P. parvus* был многочисленнее на шельфе. В верхнем 10-метровом слое батипланктонные копеподы встречались в основном в холодное время года – с октября либо ноября по апрель. *C. euxinus* был представлен на шельфе в основном младшими стадиями развития. Считается, что этот вид проникает на мелководье шельфовых зон из халистаз в зимне-ранневесенний период [5].

Продолжительность пребывания в планктоне кладоцер различалась у разных видов. Вегетационный период у *P. avirostris* длился шесть месяцев (с июля по декабрь), у *P. polyphemoides* – семь месяцев (с мая по ноябрь), у *P. tergestina* он короче – четыре месяца (с июля по октябрь). Среднегодовые показатели обилия кладоцер были более высокими на шельфе.

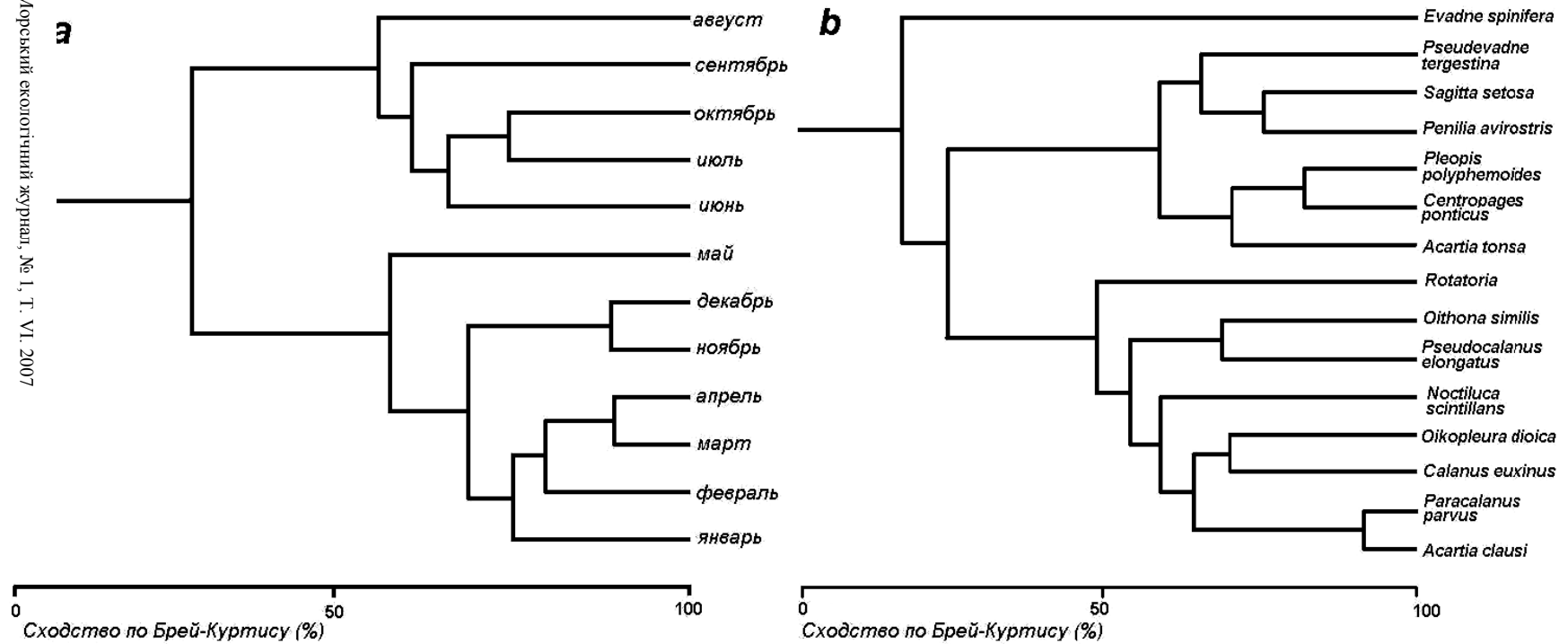


Рис. 3 Дендрограммы относительного сходства сезонной динамики зоопланктона (а) и отдельных видов (б) по коэффициенту Брей-Куртиса, рассчитанные на основе среднемесячной численности
Fig. 3 Similarities of the seasonal dynamics of zooplankton (a) and some species (b) by Bray-Curtis coefficient, calculated on the monthly abundance

Уровень количественного развития пенилии мало различался на обеих станциях, тогда как *P. polyphemoides* и *P. tergestina* были обильнее над шельфом. Среднегодовые величины численности и биомассы основных групп голопланктона не совпадали с суммой, полученной по отдельным видам, поскольку для некоторых видов средние показатели оценивались за вегетационный период.

Существенное влияние на обилие черноморского планктона оказывают климатические факторы, в частности, температура [4, 28]. Прослеживалось хорошее совпадение сезонно-

го цикла развития зоопланктона в Чёрном море с годовым ходом температуры воды [3, 16] (сезонный ход температуры в районе исследования в 2002 г., по данным М. А. Попова, приведён на рис 4а). Весенний пик численности копепод и голопланктона в марте наблюдался при увеличении температуры воды относительно зимнего минимума на 2.1° С. Второй максимальный пик численности и биомассы голопланктона, проявившийся в сентябре, зарегистрирован при понижении температуры воды относительно летнего максимума также на 2.1° С.

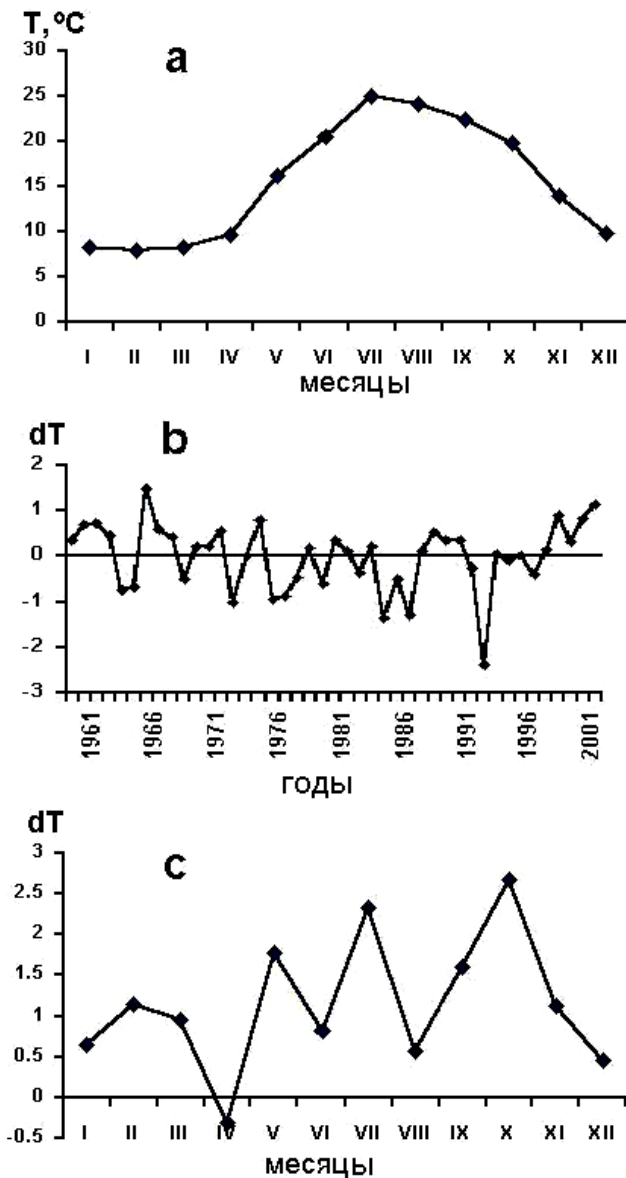


Рис. 4 Изменения среднемесячной поверхностной температуры воды на внешнем рейде г. Севастополя в 2002 г. (а); аномалии среднегодовых температур за период 1960 – 2002 гг. (б); аномалии средних месячных температур воды на поверхности в 2002 г. (с)

Fig. 4 Changes of the monthly surface water temperature in inshore water near Sevastopol in 2002 (a); the annual temperature anomalies over a period 1960-2002 (b); the average monthly surface temperature anomalies in 2002 (c)

Для района исследований рассчитаны отклонения в разные годы и сезоны поверхностной температуры воды от средней многолетней величины (рис 4б, 4с). Исследования 2002 г. совпали с периодом, когда в поле температур на внешнем рейде Севастополя наблюдались положительные аномалии поверхностной температуры воды. Среднегодовая температура была 15.6° С (рис. 4б), что на 1.35°С превысило среднемноголетнюю величину в этом районе за 40 лет (1960 – 2002 гг.). Превышение среднемноголетнего значения в 2002 г. наблюдалось во все месяцы, кроме апреля (рис. 4с).

Обсуждение. Существенные изменения видового состава копепод на шельфе Крыма произошли в 1988 – 1989 гг., когда исчезли представители понтеллид и массовая *Oithona nana* [9]. В 1990-е годы здесь как массовый вид зарегистрирована *A. tonsa* и обнаружено несколько экземпляров кладоцер *Evadne nordmanni* и *Podonevadne trigona* [12]. Если не принимать во внимание этих крайне редких на шельфе Крыма кладоцер, то можно считать, что видовой состав голопланктона в 2002 г., по сравнению с 90-ми годами XX века, практически не изменился.

Ранее, в 1995 г., одним из авторов данной статьи (Ю. З.) выполнялись круглогодичные исследования зоопланктона на тех же станциях в акватории Севастополя, что и в 2002 г. Суммарная биомасса зоопланктона в 1995 г., рассчитанная по данным круглогодичных наблюдений и осредненная по трём станциям, составляла 49.6 мг/м^3 , при этом основной вклад (36.4 мг/м^3) в эту величину вносила ноктилюка (биомасса копепод достигала 5.18 мг/м^3). Среднегодовая биомасса копепод была выше на мелководной станции (6.22 мг/м^3) и практически не различалась на двух станциях шельфа (4.63 и 4.68 мг/м^3). Сравнение с этими данными материалов 2002 г. показало, что биомасса копепод в 2002 г. увеличилась в 2.5 раза, однако биомасса ноктилюки оказалась значительно ниже, чем в 1995 г. В 2002 г. наблюдалась её относительно низкая численность и в Севастопольской бухте [7]. Кстати, аномально тёплый 1966 г. также характеризовался низким уровнем развития ноктилюки [3].

Была оценена связь между изменчивостью численности на обеих станциях и биомассы в 2002 г. по коэффициенту корреляции Пирсона [22]: по численности коэффициент был низким (0.41), по биомассе – высоким (0.73). Полученный более высокий коэффициент по биомассе свидетельствует о сопряжённости нарастания биомассы зоопланктона на обеих станциях, в то время как изменения чис-

ленности на мелководье и шельфе происходили не синхронно. В результате максимумы биомассы на обеих станциях совпали, а максимумы численности нет. Максимумы численности большинства теплолюбивых видов, кроме *A. tonsa*, над шельфом наблюдались раньше, чем на мелководье. В отличие от них, *A. tonsa* появилась на обеих станциях одновременно, в июне при температуре воды 19.2°C ; максимумы численности на обеих станциях совпали. Над шельфом *A. tonsa* исчезла в октябре при температуре воды 18.7°C , а на мелководье – в начале ноября при более низкой температуре 13.8°C . Разная реакция *A. tonsa* на понижение температуры на шельфе и мелководье, а также уменьшение её численности в направлении открытого моря, вероятно, связаны с тем, что рачки предпочитают эвтрофные воды, в которых они лучше переносят неблагоприятные условия [29]. В период сосуществования в планктоне двух видов акарциид колебания их численности и биомассы происходили в противофазе: летом, с июня по сентябрь, доминировала *A. tonsa*, в остальное время года – *A. clausi* (рис. 2). У двух массовых и близких по экологии кладоцер плеописа и пенилии уровень количественного развития в летние месяцы также изменялся в противофазе. Так, максимальная численность плеописа отмечена на мелководье при максимальной температуре воды, при этом максимум пенилии запоздал относительно максимума температуры на два месяца. На шельфе наблюдалось противоположное распределение: максимум численности пенилии совпадал с максимальной температурой, у плеописа он наблюдался позже. Повидимому, их распределение на шельфе лимитировалось не температурой.

При относительно благополучном состоянии черноморской экосистемы в 1960-е годы различия между абсолютным месячным минимумом и максимумом численности и биомассы зоопланктона на шельфе в разные годы были не более 10 [3]. На примере

Севастопольской бухты видно, что на протяжении 70 – 90-х годов прошлого века амплитуда колебаний численности зоопланктона резко возросла, от 4 в 1976 г. до 244 раз в начале 90-х годов, но позже, в 2002 г., она снизилась до 14 [7]. На внешнем рейде Севастополя в 2002 г. получены более высокие величины, чем в бухте, что свидетельствует о меньшей устойчивости количественных характеристик зооцены на шельфе в течение года. На прибрежной станции отмечена большая изменчивость обилия зоопланктона, по сравнению с мористой станцией, что, очевидно, связано с более активной динамикой вод на мелководье.

В тёплый период года важным компонентом прибрежного зоопланктона являются личинки бентосных животных, которые анализировались в этих пробах другими исследователями [20]. В среднегодовых величинах обилия зоопланктона (голопланктон + меропланктон) на долю меропланктона приходилось почти 20 % как численности, так и биомассы зоопланктона. В летние месяцы этот процент увеличивался, а минимальным он был в мае, сентябре и зимой. Сезонные изменения всего зоопланктона в общих чертах повторяли сезонную динамику голопланктона. Отмеченное в августе резкое падение количественных показателей голопланктона не компенсировалось поступлением в планктон личинок бентосных форм, которые определяли только июльский пик обилия зоопланктона (49 % по численности и 44 % по биомассе). Максимальный в году сентябрьский пик зоопланктона создавался рачковым планктоном.

В открытом побережье Крыма круглогодичные наблюдения за динамикой зоопланктона в разные годы проводились в районе Карадага и у Севастополя. В результате этих исследований выявлены один либо два пика биомассы зоопланктона. По одним данным, эти пики наблюдались в августе и ноябре, при этом летний пик был значительно выше осеннего [15, 4], по другим первый пик приходился

на апрель – май, а второй – на август [19, 18]. В 1970-х годах в открытом побережье у Севастополя по осреднённым многолетним данным выявлен только один пик численности, который приходился на осень, и биомассы, который проявлялся весной, если учитывать ноктилюку [3]. Однако в отдельные годы здесь регистрировалось два пика – весенний и летне-осенний. В 1999 г. в акватории Карадага отмечено два пика численности и биомассы кормового зоопланктона, в том числе копепод [13]: первый – в январе, второй – в сентябре. Первый пик формировали в основном холодолюбивые формы. Второй пик, который до появления мнемииопсиса чаще наблюдался в августе, в конце 90-х годов из-за интенсивного выедания зоопланктона мнемииопсисом сместился на сентябрь. Если же учитывать ноктилюку, то максимум биомассы зоопланктона был в июне. В 1995 г. на внешнем рейде Севастополя по осреднённым по трём станциям данным зарегистрировано два пика биомассы зоопланктона – в апреле и декабре. Оба пика связаны с обилием ноктилюки. Среди отдельных групп зоопланктона, в частности, копепод и меропланктона обнаружен только один пик биомассы – в июне. В июле наблюдалось резкое снижение их биомассы до минимальных значений в августе. В последующие месяцы биомасса копепод и меропланктона мало менялась. Начиная с 1999 г., у берегов Крыма ежегодно регистрируется берое. В сентябре с его появлением наблюдалось резкое увеличение обилия мелкого рачкового планктона (копеподы и кладоцеры) после катастрофического снижения численности в августе. В Севастопольской бухте в середине 90-х годов при массовом развитии мнемииопсиса пик обилия копепод приходился на первую половину года [6]. В 2002 г. при сосуществовании мнемииопсиса и берое, наряду с высокой численностью зоопланктона в первую половину года, осенью здесь наблюдался второй пик обилия рачкового планктона [7, 8]. При отсутствии данных об уровне

развития мнемипсиса и берое на шельфе в 2002 г. мы воспользовались описанием их сезонной динамики в тот год в Севастопольской бухте [7, 8], учитывая, что сезонная динамика мнемипсиса на шельфе Крыма и в бухтах сходная [14]. Численность мнемипсиса резко увеличилась в конце июля, но уже в начале сентября он практически исчез из планктона. Основным потребителем мнемипсиса является гребневик берое [30], численность последнего резко выросла в конце августа. Такое перераспределение численности гребневику в пользу берое сопровождалось на шельфе резким увеличением численности и биомассы зоопланктона в сентябре. Аналогичное увеличение количественных показателей зоопланктона в сентябре наблюдалось и в Севастопольской бухте, однако здесь максимум зафиксирован на месяц позже, в октябре. При сопоставлении данных по численности зоопланктона в 2002 г. на шельфе и в Севастопольской бухте [7] видно, что они отличались мало.

Полученные материалы свидетельствуют о локальных отличиях годовых циклов зоопланктона в 2002 г. в открытом побережье и в Севастопольской бухте. В сезонной динамике численности и биомассы зоопланктона на шельфе Крыма чётко обозначился сентябрьский максимум, который отсутствовал в середине 90-х годов, когда наблюдалось массовое развитие мнемипсиса. С появлением берое среднегодовая биомасса рачкового планктона, который служит основным кормом пелагических рыб, увеличилась. Наиболее тёплый за последние годы 2002 г. характеризовался, по сравнению с 1995 г., повышенными величинами численности и биомассы всех видов, включая тепловодные, и низким уровнем развития ноктилюки.

Благодарности. Авторы благодарят вед. инженера М. М. Шевченко и м.н.с. М. А. Попова, которые отбирали пробы зоопланктона и предоставили сведения о температуре воды в период сборов.

1. *Виноградов М. Е., Шушкина Э. А.* Временные изменения структуры зооценоза открытых районов Чёрного моря // *Океанология.* – 1992. – **32**, № 4. – С. 709 – 717.
2. *Виноградов М. Е., Шушкина Э. А., Востоков С. В.* и др. Взаимодействие популяций гребневику *Mnemiopsis leidyi* и *Beroe ovata* у Кавказского побережья Чёрного моря // *Океанология.* – 2002. – **42**, № 5. – С. 693 – 701.
3. *Грезе В. Н., Балдина Э. П., Билёва О. К.* Динамика численности и продукции основных компонентов зоопланктона в неритической зоне Чёрного моря // *Биология моря.* – К.: Наук. думка, 1971. – Вып. 24. – С. 12 – 49.
4. *Грезе В. Н., Федорина А. И.* Зоопланктон / Основы биологической продуктивности Чёрного моря. – К.: Наук. думка, 1979. – С. 143 – 168.
5. *Грузов Л. Н.* Развитие гребневика-мнемипсиса в связи с состоянием планктонных сообществ Чёрного моря. // Тез. I з'їзд гідроекологічного товариства України. Київ, 16 - 19 листопада 1993 р. – Київ. – 1994. – С. 17.
6. *Губанова А. Д., Поликарпов И. Г., Сабурова М. А., Прусова И. Ю.* Многолетняя динамика мезозоопланктона в Севастопольской бухте (1976-1996) на примере Copepoda // *Океанология.* – 2002. – **42**, № 4 – С. 537 – 545.
7. *Губанова А. Д.* Изменения в сообществе мезозоопланктона в 2002 г., по сравнению с 1990-ми годами // Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма (черноморский сектор) / Под ред. Еремеева В.Н., Гаевской А. В.; Институт биологии южных морей. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003 – С. 90 – 94.
8. *Губарева Е. С., Светличный Л. С., Романова З. А.* и др. Состояние зоопланктонного сообщества Севастопольской бухты после вселения гребневика *Beroe ovata* в Чёрное море (1999 – 2003 гг.) // *Морск. экол. журн.* – 2004 – **3**, № 1 – С. 39 – 46.
9. *Загородняя Ю. А., Скрябин В. А.* Современные тенденции изменений зоопланктона в прибрежных районах Чёрного моря // Исследования шельфовой зоны Азово-Черноморского бассейна: МГИ НАН Украины, Севастополь, 1995. – С. 87 – 95.
10. *Загородняя Ю. А., Ковалев А. В.* Современное состояние зоопланктона прибрежных вод Чёрного моря у берегов Крыма // *Наук. Зап. Тер.*

- ноп. держ. пед. ун-ту. Сер. Биология. – 2001. – № 3(14). Спец. вып.: Гидроэкология. – С. 131 – 132.
11. Загородняя Ю. А., Ковалев А. В., Островская Н. А. Количественные показатели и сезонная динамика черноморского зоопланктона у берегов Крыма по результатам исследований в 1994 - 1995 гг. // Экология моря. – 2001. – Вып. 55. – С. 17 – 22.
 12. Загородняя Ю. А., Павловская Т. В., Морякова В. К. Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма (черноморский сектор) / Ред. Еремеев В.Н., Гаевская А.В. - Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. - С. 49 - 83.
 13. Загородняя Ю. А., Павловская Т. В., Морякова В. К. Видовое разнообразие и сезонная динамика зоопланктона в прибрежной акватории Карадагского природного заповедника // Карадаг. Гидробиологические исследования. (Сб. науч. тр., посвящ. 90-летию Карадаг. науч. станции и 25-летию Карадаг. природного заповедника НАНУ). – Симферополь: СОНАТ, 2004. - Кн. 2. – С. 104 – 120.
 14. Игнатъев С. М., Зуев Г. В., Мельникова Е. Б. Многолетняя динамика состояния популяции гребневика *Mnemiopsis leidyi* Agassis в районе Севастополя (Чёрное море) // Экология моря. – 2001. – Вып. 56. – С. 8 – 12.
 15. Ключарев К. В. Материалы для количественной характеристики зоопланктона Чёрного моря у Карадага // Тр. Карадаг. биол. ст. – 1952. – Вып. 12. – С. 78 – 95.
 16. Ковалев А. В., Мельников В. В., Островская Н. А., Прусова И. Ю. Зоопланктон // Планктон Чёрного моря. – К.: Наук. думка, 1993. – С. 157 – 159.
 17. Ковалев А. В., Островская Н. А., Скрябин В. А., Загородняя Ю. А. Состояние зоопланктона как кормовой базы рыб в Чёрном море // Современное состояние ихтиофауны Чёрного моря. / Отв. ред. Коновалов С. М. – Сб. науч. тр. – Севастополь: НАН Украины, 1996. – С. 131 – 152.
 18. Кусморская А. П. Сезонные и годовые изменения зоопланктона Чёрного моря // Тр. ВГБО АН СССР. – 1955. – 6. – С. 158 – 192.
 19. Лазарева Л. П. К вопросу о сезонной динамике биомассы зоопланктона Чёрного моря в районе Карадага (по материалам 1953 – 1954 гг.) // Тр. Карадаг. биол. ст. – 1957. Вып. 14. – С. 127 – 134.
 20. Мурина В. В., Мазлумян С. А. Сезонная динамика меропланктона на взморье у Севастополя (2002 г.) // Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма (черноморский сектор) / Ред. Еремеев В. Н., Гаевская А. В. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003 – С. 104 – 108.
 21. Петина Т.С. О среднем весе основных форм зоопланктона Чёрного моря // Тр. Севастоп. биол. ст. – 9. – 1959. – С. 39 – 58.
 22. Рокицкий П.Ф. Основы вариационной статистики для биологов. - Минск: Белгосуниверситет, 1961. – 221 с.
 23. Финенко Г. А., Романова З. А. Популяционная динамика и энергетика гребневика *Mnemiopsis leidyi* в Севастопольской бухте // Океанология. – 2000. – 40, № 5. – С. 720 – 728.
 24. Хорошилов В. С., Лукашева Т. А. Изменения зоопланктонного сообщества Голубой бухты после вселения в Чёрное море гребневика мнемипсиса // Океанология. - 2002. – 42, № 4. – С. 567 – 572.
 25. Шушкина Э. А., Мусаева Э.И., Анохина Л. Л., Лукашева Т. А. Роль желетелого макропланктона: медуз аурелий, гребневиков мнемипсиса и берое в планктонных сообществах Чёрного моря // Океанология. – 2000. – 40, № 6 – С.859 – 866.
 26. Шушкина Э. А., Виноградов М. Е., Лебедева Л. П., Лукашева Т. А. Распределение зоопланктона в прибрежье северо-востока Черного моря в тёплый климатический период 2000 – 2002 гг. // Океанология. – 2004. – 44, № 4 – С.524 – 537.
 27. Kamburska L., Doncheva V., Stefanova K. On the recent changes of zooplankton community structure along the Bulgarian Black Sea coast – a postinvasion effect of exotic ctenophores interactions // Proc. First Intern. Conf. on Environmental Research and Assessment (Bucharest, Romania, March 23-27, 2002). – Bucharest: Docendi Publ. House, 2003. – P. 69 – 84.
 28. Niermann U., Kideys A. E., Kovalev A. V. et al. Fluctuations of pelagic species of the open Black Sea during 1980 – 1995 and possible teleconnections // Environmental Degradation of the Black Sea: Challenges and Remedies – Netherlands: Kluw. Acad. Publ., 1999. – P. 147 – 173.
 29. Paffenhofen G. A., Stearns D. E. Why is *Acartia tonsa* (Copepoda: Calanoida) restricted to near-shore environments // Mar. Ecol. Prog. Ser. – 1988. – 42. – P. 33 – 38.
 30. Finenko G. A., Romanova Z. A., Abolmasova G. I. et al. Population dynamics, ingestion, growth and reproduction rates of the invader *Beroe ovata* and its impact on plankton community in Sevastopol Bay, the Black Sea // J. Plankton Res. – 2003. – 25, № 5. – P. 539 – 549.

Поступила 10 июля 2006 г.

После доработки 16 октября 2006 г.

Сезонні зміни голопланктону в прибережній зоні Чорного моря в 2002 р. Ю. А. Загородня, О. В. Темних, В. К. Морьякова. Наведені результати досліджень сезонної динаміки чисельності і біомаси голопланктону в акваторії зовнішнього рейду м. Севастополя за матеріалами цілорічних зборів у 2002 р. У річному циклі чисельності і біомаси зоопланктону на шельфі Криму чітко зазначився пік у вересні, який був відсутнім у середині 90-х років, коли спостерігався масовий розвиток мнеміопсиса. У порівнянні з серединою 90-х років видовий склад голопланктону не змінився, але середньорічна біомаса копепод на шельфі зросла у 2000 р. в 2.5 рази. Для найбільш теплого за останні роки 2002 р. характерний низький у порівнянні з більш прохолодним 1995 р. рівень розвитку ноктилюки.

Ключові слова: голопланктон, копеподи, сезонна динаміка, реброплови-уселенці, Чорне море

Holoplankton seasonal dynamics in inshore waters of the Black Sea in 2002. Ju. A. Zagorodnyaya, A. V. Temnykh, V. K. Moryakova. The results of holoplankton abundance and biomass investigations in the open shelf zone near Sevastopol (the Black Sea) in 2002 are presented. In annual cycle of holoplankton there were marked maximum of abundance and biomass in September, which were absent during *Mnemiopsis* outburst in the middle of 1990-s. Compared with the 1990-s zooplankton taxonomic composition didn't change, while annual average copepod biomass increased at 2.5 times in 2002. It was found that marine planktonic dinoflagellate *Noctiluca* was less numerous in the warmest during the last decades 2002 than in more cool 1995.

Key words: holoplankton, copepods, seasonal dynamic, ctenophores-invaders, Black Sea

ЗАМЕТКА

Почему копепода *Oithona nana* Giesbr. исчезла из планктона Чёрного моря в конце 80-х годов XX столетия? [Чому копепода *Oithona nana* Giesbr. зникла з планктону Чорного моря на кінець 80-х років XX століття? - Why copepod *Oithona nana* Giesbr. vanished from the Black Sea zooplankton in the late 1980s?]. На протяжении всего периода исследований зоопланктона Чёрного моря, вплоть до конца 80-х годов XX столетия, *O. nana* характеризовалась высоким обилием (Кусморская, 1950; Димов, 1960; Петипа и др., 1963 и др.). Однако в 1989 г. вид был уже малочислен и в последующие несколько лет полностью отсутствовал в сборах всех известных исследований. С 2000 г. начал встречаться в разных районах моря в единичных экземплярах (Загородня и др., 2003; Губанова, 2003 и др.). Все авторы связывают его исчезновение с вселением в Чёрное море гребневика *Mnemiopsis leidyi*, питающегося зоопланктоном, в том числе ойтоной. Во многих работах показано значительное сокращение обилия зоопланктона в целом и составляющих его видов. Особенно пострадали виды, обитающие в верхнем перемешанном слое до глубины 30 м, где обитает мнеміопсис. Следует отметить, что некоторые виды зоопланктона исчезли из планктона ещё до вселения мнеміопсиса, что связывают с загрязнением моря. По мнению автора заметки, причина исчезновения *O. nana* заключается в следующем. Животные, откладывающие яйца в воду, рассредоточивают своё потомство в толще воды, и выловить взрослых, яйца и молодь этих видов мнеміопсису, как и другим хищникам, оказывается практически невозможным. Поэтому часть их развивается до взрослого состояния и дает начало новой генерации. *O. nana* вынашивает яйца в яйцевых мешках, где они находятся в течение примерно недели (Сажина, 1987). За это время значительно большая, чем у других видов, доля самок выедается хищниками, в том числе мнеміопсисом. Оставшиеся в живых малочисленные экземпляры не могут образовать жизнеспособную популяцию и, видимо, гибнут. В результате в пробах, полученных из слоя толщиной в несколько десятков метров, как правило, *O. nana* отсутствует. Вместе с тем, даже очень редкие находки отдельных особей в последние годы указывают на то, что *O. nana* не исчезла полностью из планктона и может восстановить свою численность при уменьшении количества мнеміопсиса, чему способствует гребневик *Beroe ovata* (Консулов и др., 1999). Другие виды копепод, вынашивающие яйца в мешках, в частности, *Pseudocalanus elongatus*, *Oithona similis*, значительно сократившись в количестве, всё же остались в числе массовых видов и после вселения мнеміопсиса, поскольку обитают, в основном, глубже слоя обилия гребневика. Исчезновение в этот период таких видов, как малая форма *Acartia clausi*, *A. latesetosa*, вымётывающих яйца в воду и обитающих в поверхностном слое в самое тёплое время года, т.е. в период обилия мнеміопсиса, можно объяснить, в основном, совместным влиянием загрязнения и мнеміопсиса. **А. В. Ковалёв**, докт. биол. наук (Институт биологии южных морей НАН Украины, Севастополь, Украина).