

## СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СОСТАВА И ЧИСЛЕННОСТИ ЗООПЛАНКТОНА В КЕРЧЕНСКОМ ПРОЛИВЕ В 2000-2013 ГГ.

Н. Б. Заремба

ФГБНУ «Южный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»  
e-mail: info@yugniro.ru

На основании мониторинга в 2000-2013 гг. в Керченском проливе (Черное море, Россия) проанализировано состояние зоопланктонного сообщества. Рассмотрены сезонные изменения численности, биомассы и видового разнообразия зоопланктона. Материал собирали от дна до поверхности в диапазоне глубин 6-20 м. Всего обработано 263 пробы зоопланктона, обнаружено 44 вида планктонных организмов. Встречалась исчезнувшая в 1990-е годы аборигенная *Oithona nana* и вселившиеся в Азово-Черноморский бассейн *O. brevicornis* и *Acartia tonsa*. Наблюдались положительные изменения в качественном составе, структуре и количественных характеристиках зоопланктона. В видовом составе преобладали веслоногие и ветвистоусые ракообразные, на их долю в зависимости от сезона приходилось от 23 % зимой до 38 % летом всего видового разнообразия. Наибольшее видовое разнообразие отмечалось в летний, а наименьшее – в зимний периоды. Наибольшие количественные показатели развития зоопланктона наблюдались в летний период. Среднемноголетняя численность равнялась 39986 экз./м<sup>3</sup>, биомасса – 4020,9 мг/м<sup>3</sup>. Зимой зоопланктон отличался низкими качественными и количественными показателями. Отмечались минимальные показатели развития зоопланктона за весь период исследования. Среднемноголетняя численность равнялась 3273 экз./м<sup>3</sup>, а биомасса – 27,4 мг/м<sup>3</sup>. Некормовая *Noctiluca scintillans* встречалась в течение всего периода исследования, но значительную долю в биомассе зоопланктона составляла весной (12-79 %) и летом (25-99 %).

**Ключевые слова:** зоопланктон, численность, биомасса, видовое разнообразие, Керченский пролив, сезонные изменения

Керченский пролив – один из наиболее продуктивных районов Азово-Черноморского бассейна, кормовая база которого используется как бентофагами, так и планктоноядными рыбами в период миграции, нереста и нагула молоди. Интродукция (1988 г.) хищного гребневика *Mnemiopsis leidyi* внесла существенные изменения в сообщество зоопланктона как в экосистеме Черного моря, так и в районе Керченского пролива. Массовое развитие мнемииопсиса привело к резкому падению уровня развития кормового зоопланктона и изменениям в структуре и сезонном перераспределении зоопланктона. В этот период в районе Керченского пролива наблюдалась тенденция снижения уровня развития кормового зоопланктона. Из планктона исчезли малая форма *Acartia clausi*, *Oithona nana*, многократно сократилась численность *Paracalanus parvus*, *Centropages ponticus* и других видов [1, 6]. Появление в конце 1990-х годов в Черном море гребневика *Beroe ovata*, осуществляющего био-контроль популяции мнемииопсиса, положительно отразилось на качественном составе и количественных характеристиках зоопланктона. В результате его вселения отмечается увеличение общего количества видов, началось восстановление сезонной динамики развития сообщества зоопланктона. Увеличилось разнообразие летне-осеннего комплекса. В планктоне появилась аборигенная *Oithona nana*. Увеличилась доля теплолюбивого вида *Centropages ponticus* и популяций отдельных видов, а также возросла численность и биомасса кормового зоопланктона [3-5, 10].

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

В настоящей работе использованы материалы мониторинговых съемок, выполненных в Керченском проливе в разные сезоны с 2000 по 2013 г. Зоопланктон собирали малой сетью Джели с диаметром входного отверстия 25 см и ячейей сита 112 мкм. Облавливался столб воды от дна до поверхности, в диапазоне глубин 6-20 м. Всего собрано и обработано 263 пробы зоопланктона. Пробы фиксировали 4 % нейтрализованным формалином и обрабатывали в лаборатории общепринятым счетно-весовым методом. Подсчет организмов проводили в счетной камере Богорова. Все голопланктонные формы определяли до вида и стадий развития, личинки бентосных животных – до крупных таксонов. Малочисленные формы просчитывали во всей пробе, массовые – после концентрирования пробы до объема 50-100 мл в 2 мл при двукратной повторяемости. Для расчета биомассы зоопланктона использовались стандартные веса планктонных организмов [8]. К кормовому зоопланктону относили всех планктонных животных, кроме желетелых форм и ночесветки.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Зоопланктон Керченского пролива был представлен как обычными черноморскими видами, так и вселенцами *Acartia tonsa*, *Othona brevicornis*, *Mnemiopsis leidyi*, *Beroe ovata*. Всего в зоопланктоне Керченского пролива в период 2000-2013 гг. было обнаружено 44 вида. Наибольшее количество видов отмечалось в летний сезон, а наименьшее – в зимний (рис. 1).

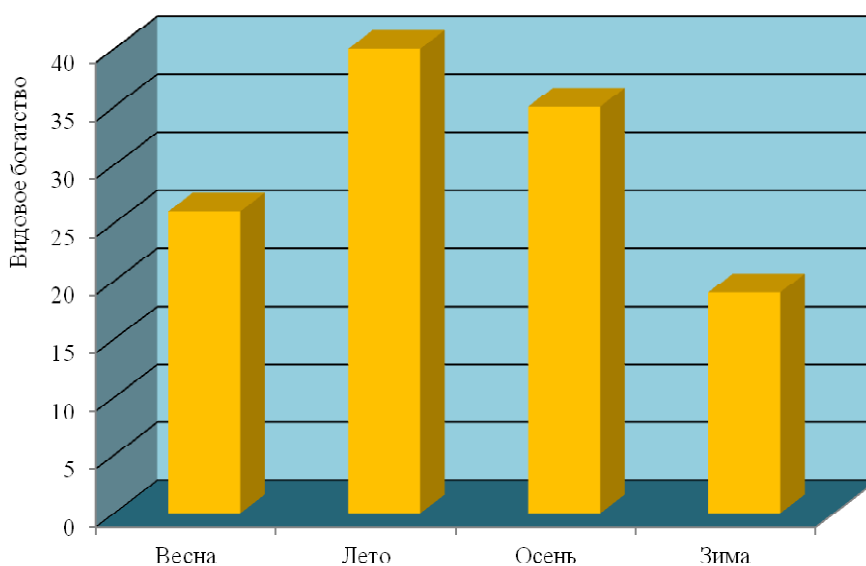


Рис. 1 Межсезонные изменения видового разнообразия зоопланктона в Керченском проливе в период 2000-2013 гг.

Количество видов, обнаруженных летом, было в 2 раза больше, чем зимой. В летний период, наряду с круглогодичными видами зоопланктона, появляются сезонные теплолюбивые формы. Кроме того, существенную часть планктона в это время составляют личинки бентосных животных (таблица).

В осенний период, с понижением температуры воды, происходит обеднение видового состава зоопланктона, исчезают летние теплолюбивые виды. Уменьшается количество личинок бентосных форм. В планктоне не встречаются личинки гидромедуз, уменьшается количество личинок десятиногих ракообразных. Также сокращается количество ветвистоусых ракообразных.

Зимой зоопланктон беден и качественно, и количественно. Для него характерно почти полное отсутствие личинок бентосных животных. В это время он представлен главным образом эвритермными и холодноводными видами. Из планктона исчезают теплолюбивые гребневики *Mnemiopsis*

## Видовой состав зоопланктона в Керченском проливе в период 2000-2013 гг.

Название вида	Зима	Весна	Лето	Осень
1	2	3	4	5
<b>Простейшие</b>				
<i>Noctiluca scintillans</i> Kofoid and Svezy, 1921	+	+	+	+
<i>Foraminifera</i>	-	+	+	+
<b>Кишечнополостные</b>				
<i>Sarsia tubulosa</i> M. Sars, 1835	-	+	+	+
<i>L. Maerisia maeotica</i> (Ostroumow, 1896)	-	+	+	-
<b>Гребневники</b>				
<i>Pleurobrachia rhodops</i> Chun, larvae, 1880	+	-	-	
<i>Mnemiopsis leidyi</i> A. A. Agassiz, larvae, 1865	-	-	+	+
<i>Beroe ovata</i> Mayer, larvae, 1912	-	-	+	+
<b>Коловратки</b>				
Rotatoria	-	+	+	+
<b>Щупальцевые</b>				
<i>Phoronis spp.</i>	-	+	+	+
Bryzoa	-	-	+	+
<b>Ветвистоусые ракообразные</b>				
<i>Evadne spinifera</i> P. E. Muller, 1867	-	-	+	-
<i>Pleopis tergestina</i> (Claus, 1877)	-	-	+	+
<i>Penilia avirostris</i> Dana, 1849	+	+	+	+
<i>Podon intermedius</i> Lilljoberg, 1853	+	-	-	-
<i>Podon leuckarti</i> (G. O. Sars), 1862	+	+	+	+
<i>Pleopis polyphemoides</i> Leuckart, 1859	+	+	+	+
<b>Веслоногие ракообразные</b>				
<i>Acartia clausi</i> Giesbrecht, 1889	+	+	+	+
<i>Acartia tonsa</i> Dana, 1848	-	-	+	+
<i>Paracalanus parvus</i> (Claus), 1863	+	+	+	+
<i>Centropages ponticus</i> Karaw, 1895	-	+	+	+
<i>Centropages spinosus</i> Kricz, 1873	-	+	-	-
<i>Oithona similis</i> Claus, 1863	+	+	+	+
<i>Oithona nana</i> Giesbrecht, 1892	-	-	+	+
<i>Oithona brevicornis</i> Giesbrecht, 1891	-	-	+	+
<i>Cyclopina gracilis</i> Claus, 1863	-	+	+	+
<i>Calanus euxinus</i> Hulsemann, 1991	+	+	+	+
<i>Pseudocalanus elongatus</i> (Boeck), 1872	+	+	+	+
<i>Harpacticoida</i>	+	+	+	+
<i>Calanipeda aguae dulcis</i> (Kriczagin), 1873	-	-	+	-
<b>Щетинкочелюстные</b>				
<i>Sagitta setosa</i> O. F. Muller, 1847	+	+	+	+
<b>Аппендикулярии</b>				
<i>Oicopleura dioica</i> Fol, 1872	+	+	+	+
<b>Временные планктеры</b>				
<b>Плоские черви</b>				
<i>Plathelminthes</i>	-	-	+	+
<b>Многощетинковые черви</b>				
Polychaeta	+	+	+	+
<b>Ракушковые ракообразные</b>				
<i>Ostracoda</i>	-	-	+	+
<b>Усоногие ракообразные</b>				
<i>Cirripectida</i>	+	+	+	+
<i>Cirripectida cipris</i>	+	+	+	+
<b>Мизиды</b>				
<i>Mysidae</i>	-	-	+	-
<b>Равноногие ракообразные</b>				
<i>Amphipoda</i>	-	-	+	+
<b>Десятиногие ракообразные</b>				
<i>Decapoda</i>	-	+	+	+
<i>Reptantia</i>	-	-	+	+

1	Продолжение таблицы			
	2	3	4	5
<i>Athanas nitenscent</i> Leach, 1814	–	–	+	–
<i>Palaemon</i>	–	–	+	–
<b>Моллюсков</b>				
<i>Gastropoda</i>	+	+	+	+
<i>Lamellibranchiata</i>	+	+	+	+

*leidy* и *Beroe ovata*, но появляется холодноводный вид *Pleurobrachia rhodopis*. Этот вид на мелководье встречается только в холодное время года и, по-видимому, зимой течением из Черного моря заносится в пролив [2, 9]. В другие сезоны в проливе он не встречается. По сравнению с летним периодом вдвое сократилось видовое разнообразие веслоногих ракообразных. Исчезли такие теплолюбивые виды, как *Acartia tonsa*, *Centropages ponticus*, *Cyclopina gracilis*. Уменьшилось количество видов ветвистоусых ракообразных. Исчезли летние формы *Evadne spinifera* и *Pleopis tergestina*. Из теплолюбивых форм единично встречалась *Penilia avirostris*. Уменьшилось количество временных планктеров. В летний период на их долю приходилось 32 % качественного состава, в зимний – немногим более 1 %. Встречались в небольших количествах только личинки моллюсков, полихет и усногих ракообразных.

Весной в планктоне, кроме круглогодичных видов, в небольших количествах встречаются и теплолюбивые формы *Penilia avirostris*, *Centropages ponticus*, *Cyclopina gracilis*. В это время в связи с началом размножения копепод и донных беспозвоночных в планктоне в больших количествах встречаются яйца и ювенальные стадии копепод, а также личинки бентосных животных. В то же время не были обнаружены личинки теплолюбивых гребневиков *Mnemiopsis leidy* и *Beroe ovata*. Размножение гребневиков происходит в Черном море, и их личинки заносятся в Керченский пролив в апреле-июне [7]. Отсутствие личинок в период исследования, по-видимому, можно объяснить поздним (июнь) заносом их в пролив.

Исследования, проведенные в различные сезоны в Керченском проливе, показали значительные межсезонные изменения и по уровню качественного развития зоопланктона (рис. 2).

Так же как и видовое разнообразие, наиболее высокие значения численности и биомассы наблюдались в летний период. В это время зоопланктон отличался от других сезонов не только качественно, но и количественно. Поскольку не весь зоопланктон потребляется рыбами, то его делят на «кормовой» и «некормовой». К некормовым объектам относят гребневиков, медуз и ночесветок. Значительную роль в формировании численности, а особенно биомассы зоопланктона, играет крупная динофитовая водоросль *Noctiluca scintillans*. Среднегодовая численность зоопланктона изменялась от 3702 до 130980 экз./м<sup>3</sup>, а биомасса – от 63,2 до 1337,3 мг/м<sup>3</sup>. При этом среднеголетняя численность равнялась 39986 экз./м<sup>3</sup>, биомасса – 4020,9 мг/м<sup>3</sup>. В этот период на акватории Керченского пролива наблюдалось интенсивное развитие ночесветки. На ее долю приходилось от 2 до 73 % численности и от 25 до 98 % биомассы зоопланктона (рис. 3).

Численность кормового зоопланктона изменялась от 3281 до 130889 экз./м<sup>3</sup>, а биомасса – от 29,5 до 507,5 мг/м<sup>3</sup>. Его среднеголетняя численность равнялась 36545 экз./м<sup>3</sup>, биомасса – 146,9 мг/м<sup>3</sup>. Основу кормового зоопланктона формировали копеподы и личинки бентосных животных. Причем копеподы и личинки в количественном составе зоопланктона имеют почти одинаковые соотношения. На долю копепод приходилось 9-66 % численности и 11-54 % – биомассы, а на долю временных планктеров – 10-68 % численности и 4-69 % биомассы зоопланктона. Основную численность и биомассу копепод составляли виды *Acartia clausi*, *Paracalanus parvus*, *Centropages spinosus* и вселенцы *Acartia tonsa* и *O. brevicornis*. У личинок бентосных животных доминировали двустворчатые и брюхоногие моллюски.

В осенний период видовой состав зоопланктона был представлен практически теми же видами, что и в летний. Однако количественные показатели развития зоопланктона уменьшились в 3,5-55 раз. Среднегодовая численность зоопланктона колебалась в пределах 4200-29022 экз./м<sup>3</sup>, а биомасса – 29,3-136,3 мг/м<sup>3</sup>. При этом среднеголетняя численность равнялась 11109 экз./м<sup>3</sup>, биомасса – 74,0 мг/м<sup>3</sup>. В это время значительно сократилась численность и биомасса ночесветки. Ее доля в

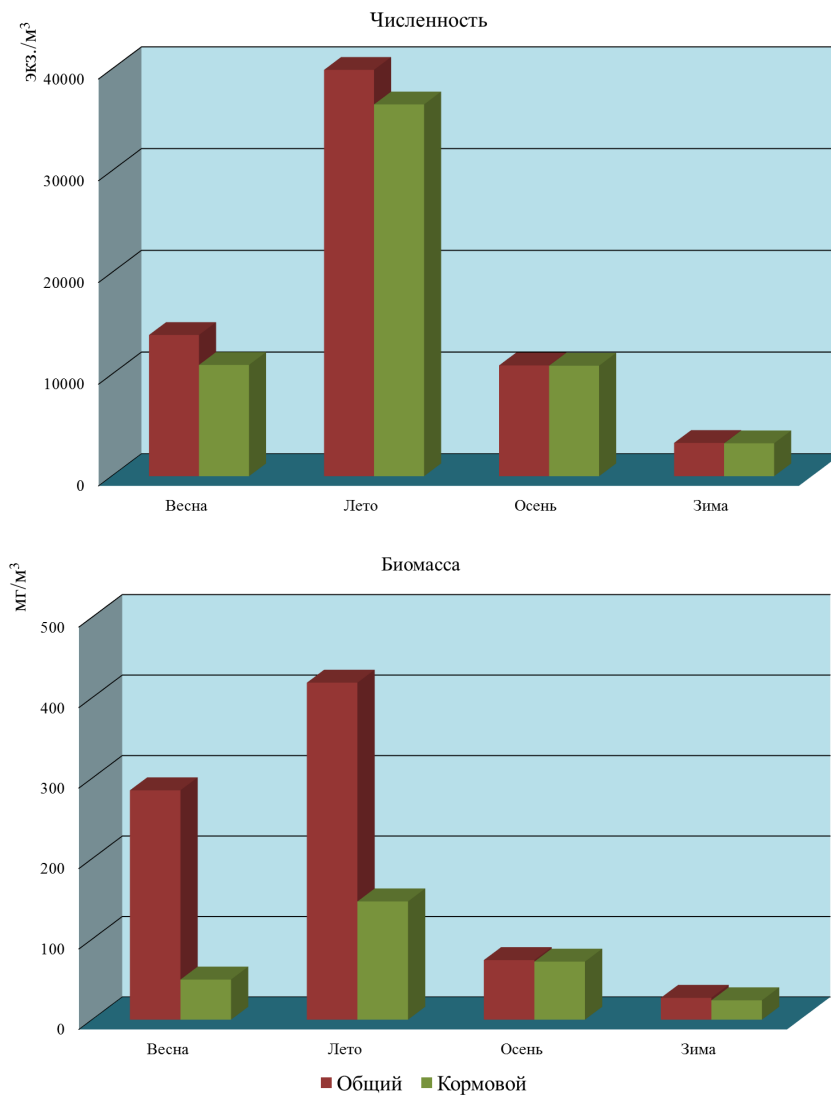


Рис. 2 Межсезонные изменения численности и биомассы суммарного и кормового зоопланктона

зоопланктоне составляла всего 1-3 % численности и 1-18 % биомассы. Значительно возросла доля кормовых форм, составляющих 97-99 % численности и 82-99 % биомассы зоопланктона (рис. 4).

Среднегодовая численность кормового зоопланктона колебалась в пределах 4095-29021 экз./м<sup>3</sup>, биомасса – 29,4-78,5 мг/м<sup>3</sup>. Среднеголетняя численность равнялась 11083 экз./м<sup>3</sup>, биомасса – 72,1 мг/м<sup>3</sup>. Среди кормового зоопланктона доминировали копеподы, на их долю приходилось

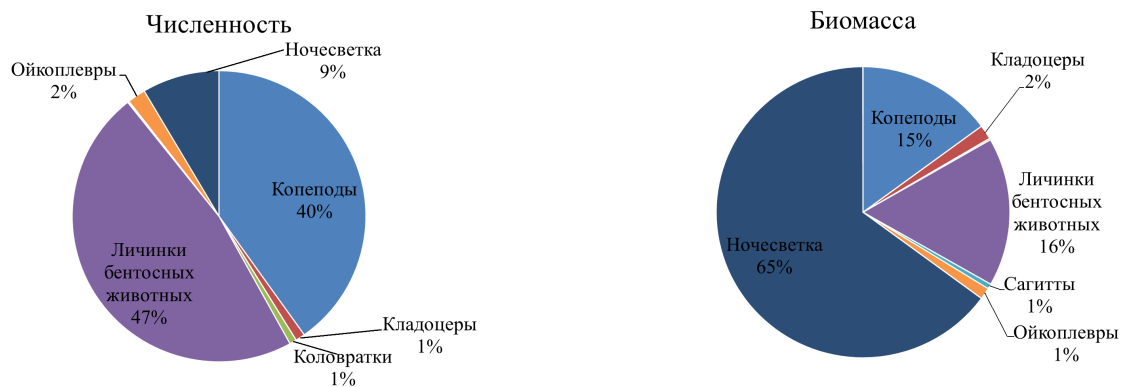


Рис. 3 Соотношение основных групп зоопланктона в летний сезон

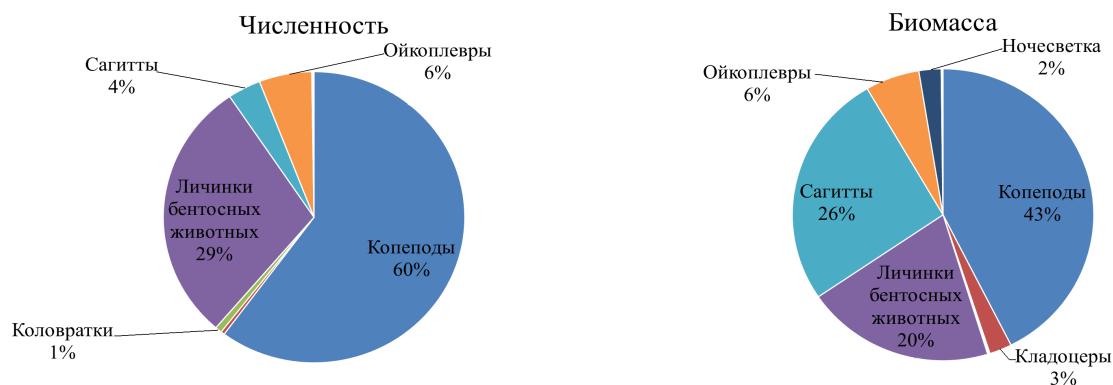


Рис. 4 Соотношение основных групп зоопланктона в осенний сезон

43-79 % численности и 27-58 % биомассы зоопланктона. На втором месте по значимости были личинки донных беспозвоночных, составлявшие 9-44 % численности и 5-34 % биомассы зоопланктона. Среди копепоид доминировали *Acartia clausi*, *Paracalanus parvus* и *Pseudocalanus elongatus*, а среди личинок бентосных животных – двустворчатые моллюски и циррипедии.

В зимний период численность и биомасса снизились до минимума. Среднегодовая численность зоопланктона изменялась от 2917 до 3629 экз./м<sup>3</sup>, биомасса – от 22,8 до 31,9 мг/м<sup>3</sup>. Среднегодулетная численность равнялась 3273 экз./м<sup>3</sup>, а биомасса – 27,4 мг/м<sup>3</sup> (рис. 5).

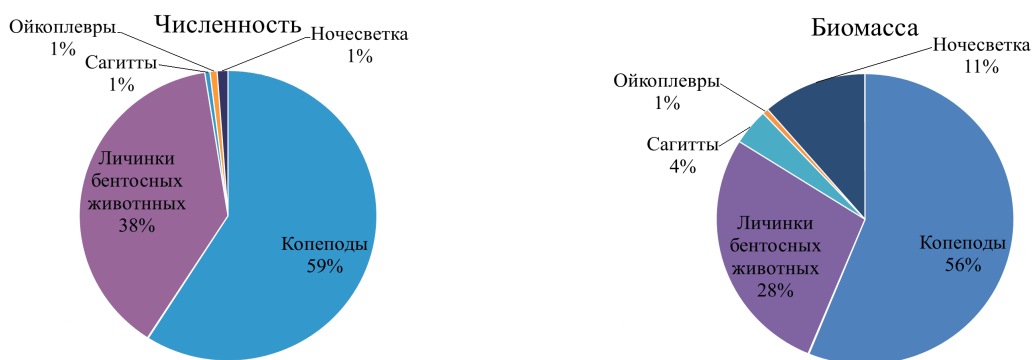


Рис. 5 Соотношение основных групп зоопланктона в зимний период

Как и в осенний сезон, доля ночесветок в зоопланктоне была невысокой и составляла 1-2 % численности и 1-27 % биомассы. Среднегодовая численность кормового зоопланктона изменялась в пределах 2841-3628 экз./м<sup>3</sup>, а биомасса – 16,7-31,4 мг/м<sup>3</sup>. При этом среднегодулетная численность кормового зоопланктона равнялась 3234 экз./м<sup>3</sup>, биомасса – 24,1 мг/м<sup>3</sup>. В качественном составе зоопланктона преобладали копепоиды. На их долю приходилось 32-93 % численности и 49-64 % биомассы. Доминировали среди них *Acartia clausi*, *Paracalanus parvus* и *Pseudocalanus elongatus*.

Весной наблюдался рост как численности, так и биомассы зоопланктона. По сравнению с предыдущим периодом они увеличились в 4,0-10,3 раза. Среднегодовая численность изменялась от 8059 до 19709 экз./м<sup>3</sup>, а биомасса – от 36,3 до 533,7 мг/м<sup>3</sup>. Среднегодулетная численность равнялась 13884 экз./м<sup>3</sup>, биомасса – 285,0 мг/м<sup>3</sup>. В этот период наблюдалось интенсивное развитие ночесветок, на долю которых приходилось от 1 до 30 % численности и от 1 до 87 % биомассы зоопланктона (рис. 6).

Численность кормового зоопланктона колебалась от 8056 до 13829 экз./м<sup>3</sup>, а биомасса – от 36,0 до 63,7 мг/м<sup>3</sup>. Среднегодулетная численность равнялась 10942 экз./м<sup>3</sup>, а биомасса – 49,9 мг/м<sup>3</sup>. Среди кормовых организмов как по численности, так и по биомассе доминировали личинки бентосных животных. На их долю приходилось 41-60 % численности и 7-62 % биомассы зоопланктона. Копепоиды и коловратки в этот период являлись субдоминантами. Среди личинок донных беспозвоночных доминировали циррипедии и двустворчатые моллюски, среди копепоид – эвритермные виды *Acartia clausi* и *Paracalanus parvus*.

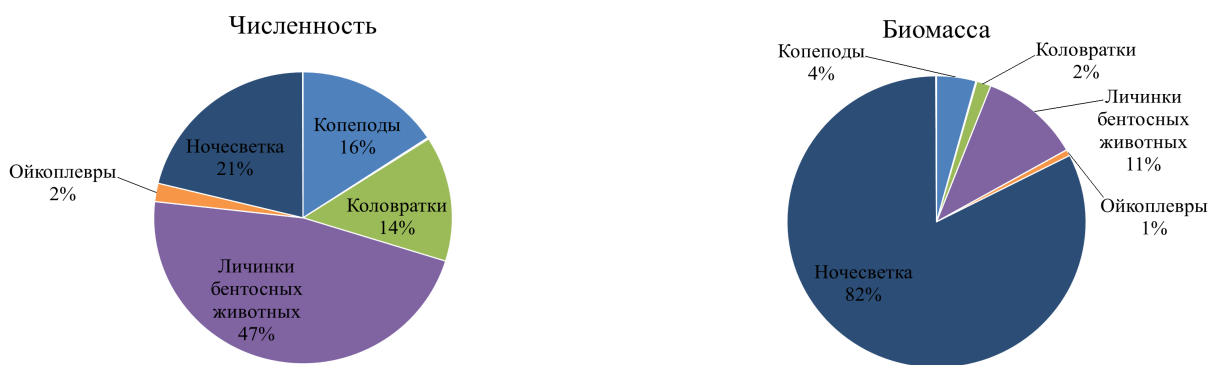


Рис. 6. Соотношение основных групп зоопланктона в весенний период

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В Керченском проливе в 2000-2013 гг. наблюдались положительные изменения в качественном составе, структуре и количественных характеристиках зоопланктона. Всего обнаружено 44 вида животных. В том числе встречалась исчезнувшая в 1990-е годы аборигенная *O. pana* и вселившиеся в Азово-Черноморский бассейн *O. brevicornis* и *Acartia tonsa*. В видовом разнообразии преобладали веслоногие и ветвистоусые ракообразные, на их долю в зависимости от сезона приходилось от 23 % зимой до 38 % летом всего видового богатства. Наибольшее качественное разнообразие отмечалось в летний, а наименьшее – в зимний периоды.

Наибольшие количественные показатели развития зоопланктона наблюдались в летний период. Среднегодовое количество равно 39986 экз./м<sup>3</sup>, биомасса – 4020,9 мг/м<sup>3</sup>. Зимой состав зоопланктона беден и по качественным, и по количественным показателям. Отмечались минимальные показатели развития зоопланктона за весь период исследования. Среднегодовое количество равно 3273 экз./м<sup>3</sup>, а биомасса – 27,4 мг/м<sup>3</sup>. Некормовой организм *Noctiluca scintillans* встречался в течение всего периода исследования, но значительную долю в биомассе зоопланктона составлял весной (12-79 %) и летом (25-99 %).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Виноградов М.Е., Шушкина Э.А. 1992. Временные изменения структуры зооценоза открытых районов Черного моря // Океанология. Т 32. № 4. С. 709-717.
2. Вылканов А., Маринов Т., Георгиев Ж. 1983. Беспозвоночные животные // Черное море. Ленинград: Гидрометеиздат. С. 114-118.
3. Губанова А.Д. 2003. Изменения в сообществе мезопланктона в 2002 г. по сравнению с 1990-ми годами // Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма. (Черноморский сектор). Севастополь. С. 90-94.
4. Губарева Е.С., Светличный Л.С., Романова З.А., Аболмасова Г.И., Аннинский Б.Е., Финенко Г.А., Бат Л., Кидейс А. 2004. Состояние зоопланктонного сообщества Севастопольской бухты после вселения гребневика *Beroe ovata* в Черном море 1999-2003 гг. // Морской экологический журнал. Т 3. № 1. С. 39-46.
5. Мартынюк М.А., Мирзоян З.А., Студеникина Е.И. 2001. Структурные и функциональные изменения зоопланктона Северо-восточной части Черного моря в связи с появлением *Beroe ovata* // Проблемы сохранения экосистем и рационального использования биоресурсов Азово-Черноморского бассейна : Материалы международной научной конференции. Ростов-на-Дону. С. 134-136.
6. Мирзоян З.А. 2000. Изменения структуры и продуктивности сообщества зоопланктона при вселении гребневика // Гребневик *Mnemiopsis leidyi* (A. Agassiz) в Азовском и Черном морях: биология и последствия вселения. Ростов-на-Дону С. 189-207.
7. Мирзоян З.А., Мартынюк М.Л. 2011. Особенности развития кормового зоопланктона в Азовском море в современный период // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна : Сборник научных трудов (2008-2009 гг.). Ростов-на-Дону. С. 97-111.

8. Петина Т.С. 1957. О среднем весе основных форм зоопланктона Черного моря // Труды Севастопольской биологической станции. Т 9. С. 39-57.
9. Петина Т.С., Сажина Л.И., Делало Е.П. 1965. Кормовая база тепловодных и холодноводных рыб в Черном море // Исследования планктона Черного и Азовского морей. Наукова думка. С. 69-83.
10. Шиганова Т.А., Булгакова Ю.В., Воловик С.П., Мирзоян З.А., Дудкин С.И. 2000. Новый вселенец *Beroe ovata* и его воздействие на экосистему Азово-Черноморского бассейна в августе-сентябре 1999 г. // Гребневик *Mnemiopsis leidyi* (A. Agassiz) в Азовском и Черном морях: биология и последствия вселения. Ростов-на-Дону. С. 432-449.

Поступила 10.03.15 г.

**Seasonal variations of zooplankton species composition and abundance in the Kerch Strait in 2000-2013. N. B. Zaremba.** *The state of zooplankton community was analyzed based on the monitoring surveys, conducted in the Kerch Strait (Black Sea, Russia) in 2000-2013. Seasonal variations in zooplankton abundance, biomass and composition were considered. The material was collected in the whole water column, at the depth range of 6-20 m. Altogether, 263 samples were processed; 44 plankton species were identified. Presence of indigenous *Oithona nana*, that became extinct in the 1990s, and *O. brevicornis* and *Acartia tonsa*, which have been introduced to the Azov and Black Seas Basin, was observed. It is shown that positive changes characterize both taxonomic composition and abundance parameters of all the zooplankton species studied. Copepods and Cladocerans were dominant in the species composition; depending on the season, their percentage rate ranged from 23 % in winter to 38 % in summer. The highest biodiversity was recorded during the summer season, the lowest was recorded in winter. The highest quantitative rates of zooplankton development were marked during the summer season. The average multi-annual abundance was 39,986 species/m<sup>3</sup>, the biomass made up 4020.9 mg/m<sup>3</sup>. In winter, zooplankton showed low quantitative and qualitative values. The lowest zooplankton development rates over the whole research period were observed in winter. The average multi-annual abundance was 3,273 species/m<sup>3</sup> with the biomass equalling 27.4 mg/m<sup>3</sup>. *Noctiluca scintillans*, unsuitable for fish feeding, was reported during the whole period of the study, but its share was significant in zooplankton biomass in spring (12-79 %) and in summer (25-99 %).*

**Keywords:** Kerch Strait, zooplankton, abundance, biomass, taxonomic composition, seasonal variations