

**ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ РАЗЛИВА НЕФТЕПРОДУКТОВ
В КЕРЧЕНСКОМ ПРОЛИВЕ ОСЕНЬЮ 2007 г. НА ЗООПЛАНКТОН**

В декабре 2007 г. в Керченском проливе видовое разнообразие и количественные показатели зоопланктона были низкими. Его обилие определяли несколько видов. Структура зоопланктонного сообщества с доминированием копепод рода *Acartia* и личинок *Cirripedia*, относительно высокая доля мёртвой фракции в планктоне обычно характерны для сильно загрязнённых районов, к которым по этим и гидрохимическим показателям можно отнести Керченский пролив. По материалам одной съёмки не представляется возможным сказать, связаны ли эти изменения с разливом нефти в ноябре 2007 г. или это результат длительного хронического загрязнения акватории.

Районы портов и расположенные на побережье города вносят весомый вклад в увеличивающееся поступление органических отходов в море. Их поступление значительно возрастает при авариях на нефтеналивных судах, во время транспортировки и перекачки нефтепродуктов. В этой связи шторм 11 ноября 2007 г., в результате которого в Керченском проливе потерпели крушение семь российских кораблей различных спецификаций и 1000 - 1200 т нефтепродуктов (по другим оценка, до 2000 т [9]) оказались в море, нанёс существенный ущерб окружающей среде. Кроме того, в акватории пролива под водой на затонувших во время шторма сухогрузах находится 6800 т серы.

Керченский пролив – чрезвычайно динамичный район с быстро меняющейся системой течений, в результате чего загрязняющие вещества распространяются на большую акваторию. Интенсификации системы течений в проливе способствовало строительство Тузлинской дамбы. Выделены две типичные динамические ситуации, характеризующие систему течений в проливе. Первая, когда генеральный поток вод направлен из Азовского моря в Чёрное, и вторая, противоположная ей [1]. В первом случае специфическая азовоморская фауна вместе с водой поступает через пролив в Чёрное море, во втором, когда черноморская вода устремляется в Азовское море, она привносит с собой в пролив черноморские виды.

Задача настоящей работы: оценить состояние зоопланктона в Керченском проливе после разлива нефти при аварии танкера «Волгонефть-113» во время ноябрьского шторма 2007 г.

Материал и методы. Сборы зоопланктона выполнены 16 декабря 2007 г. на 10 станциях, расположенных в Керченском проливе в экономзоне Украины (рис. 2). Одновременно измеряли температуру поверхностной воды. Зоопланктон собирали сетью Джеди с диаметром входного отверстия 36 см, оснащённой мельничным газом (размер ячеи 140 микрон). Зоопланктон облавливали во всём слое обитания, который изменялся от 0 - 5 до 0 - 13 м в зависимости от глубины на станции. Пробы сгущали через специальный фильтровальный стакан, затянутый тем же газом, каким оборудована сеть Джеди. Пробы тут же фиксировали 4 % формалином и на берегу обрабатывали счётно-весовым методом. Исследовали качественный состав и количественные характеристики зоопланктона. Все пелагические формы определены до вида, копеподы – до стадии развития. Личинки бентосных животных идентифицированы до крупных таксонов. Встречающиеся в планктоне организмы измерялись, что учитывалось при расчёте их биомассы по [12, 16]. Визуально по состоянию внутренних тканей (степень их деструкции, отслоение покровов) учитывалась численность мёртвых организмов (некропланктон) в пробах, что позволило оценить соотношение между живой и мёртвой фракциями планктона, которое выражалось в процентах. Кроме того, были отобраны пробы планктона сетью ДЖОМ ($S=0,5 \text{ м}^2$, газ № 19), по материалам которых приведены сведения о распределении в проливе макрозоопланктона.

© Ю. А. Загородняя, 2009

Результаты и обсуждение. Пробы зоопланктона имели запах гниющих водорослей и нефтепродуктов, хотя были зафиксированы в соответствии с инструкцией. В них в единичных экземплярах встречались рачки со слипшимися щетинками, покрытые сверху нефтью. У некоторых особей в кишечнике визуально отмечена нефть. Такие животные являются нежизнеспособными. В пробах было много органической взвеси, полуразложившихся растительных и животных остатков.

Исследования качественного состава зоопланктона в районе Керченского пролива показали, что его фауна представлена разными таксономическими группами животных. Среди них многочисленными были копеподы и личинки бентосных животных. Среди копепод встречались как обычные черноморские виды (*Calanus euxinus*, *Pseudocalanus elongatus*, *Paracalanus parvus*, *Centropages ponticus*, *Acartia clausi*, *A. tonsa*, *Oithona similis* и прибрежная *Cyclopina gracilis*), так и азовоморские формы (*Calanipeda aquaedulcis* и *Heteroscope caspia*). Обнаружен один экземпляр копеподы *Oithona nana*, которая считается исчезнувшей из черноморского планктона [5]. Другие группы представлены в планктоне коловратками (*Synchaeta* sp.), тинтиннидами (*Favella ehrenbergii*), кладоцерами (*Pleopis polyphemoides*), ноктилюкой (*Noctiluca scintillans*), гребневиком (*Mnemiopsis leidyi*) и личинками донных животных (Cirripedia, Bivalvia, Gastropoda, Oligochaeta и Polychaeta). Среди личинок массовыми были Cirripedia (науплии и циприсовая личинка). Наряду с бентосными личинками, отдельные виды которых не различали, в зоопланктоне встречались бентопелагические формы, такие как гарпактициды (*Harpacticus* sp. и *Tisbe* sp.), амфиподы (*Megaluropus agilis* и *Corophium* sp.), кумовые раки (*Pseudocuma graciloides*). Кроме того, обнаружены фораминиферы, нематоды и мелкие турбеллярии, видовую принадлежность которых не определяли. Взрослые усонogie раки, обрывки колоний мшанок и гидроидных полипов, встречающиеся в пробах, были зацеплены планктонной сетью с борта судна и при количественном учете не учитывались. Общее количество обнаруженных видов и более крупных таксономических единиц составило 32.

Количественные показатели суммарного зоопланктона и отдельных таксономических групп приведены в табл. 1. Суммарная численность зоопланктона в исследованной акватории различалась по станциям в 5 раз. Максимальная численность отмечена за счет циррипедий на ст. 9, а минимальная - на ст. 7. Низкие величины численности зоопланктона наблюдались также в акватории порта. Коэффициент вариации, характеризующий изменчивость количественных показателей зоопланктона в Керченском проливе, был высоким – 88,7 %. В суммарном зоопланктоне по численности доминировали личинки циррипедий (49 %), на втором месте были копеподы (41 %) (рис. 1). Бентопелагические формы (амфиподы и кумовые раки) были малочисленными, ноктилюка встречалась в единичных экземплярах и только на трёх станциях, гребневик мнemiопсис обнаружен на двух станциях.

Распределение зоопланктона по биомассе, без учёта гребневику, мало отличалось от распределения по численности (рис. 1). Максимум биомассы отмечен на соседней ст. 10, а минимум, как и по численности, - на ст. 7. Минимум зоопланктона (ст. 7) совпал с максимумом биомассы (по данным сети ДЖОМ) гребневику мнemiопсиса - активного потребителя зоопланктона. По сравнению с численностью, соотношение биомасс отдельных таксономических групп в суммарном зоопланктоне претерпело некоторые изменения. По биомассе, в отличие от численности, доминировали копеподы (45 %), при этом снизился процент циррипедий (41 %). Возрос вклад личинок полихет и уменьшилась доля коловраток.

Воздействие на зоопланктон негативных факторов, в частности загрязнения моря нефтепродуктами, проявляется, прежде всего, в изменении качественного состава и количественных характеристик основных таксономических групп. Доминирующей группой в черноморском зоопланктоне являются копеподы. Они служат основной пищей планктоноядным рыбам и личинкам большинства видов рыб, поэтому сведения о

таксоцено copepod чрезвычайно важны. Высокая численность copepod отмечена ниже порта Керчь (ст. 10) и на расположенных рядом станциях (ст. 4, 5, 9), а минимальная - ближе к выходу из пролива (ст. 7). Относительно низкая численность copepod наблюдалась также в районе порта. Их вклад в суммарную численность зоопланктона изменялся по акватории пролива от 17,1 до 68,1 %. Такой низкий процент copepod в зимние месяцы является нехарактерным для черноморского планктона. Среди copepod доминировали (83 %) два вида акарий: *A. clausi* и *A. tonsa*. Несмотря на низкую температуру воды в проливе (4,5 – 4,7 °C), тепловодная *A. tonsa* преобладала в соотношении 1,4 : 1, хотя, по [17, 3], её пребывание в планктоне ограничено преимущественно теплым периодом года. Обе акарии относятся к эврибионтным видам и выдерживают повышенный уровень загрязнения [15] и эвтрофикацию [18]. Вклад ещё одного вида copepod – *P. parvus* – был существенно ниже (15 %). Доля других видов не превышала 1 %. Явное доминирование акариид в Керченском проливе может быть связано как с загрязнением акватории (известно, что представители этого рода преобладают в акваториях крупных портов), так и с влиянием азовоморских вод, отличающихся от черноморских иным соотношением видов, в частности, обилием акариид. Последнее обстоятельство не подтверждается гидрологическими данными, поскольку в декабре 2007 г. азовские воды были прижаты к северному побережью косы Чушка, а по основному сечению пролива проходил, огибая остров Тузла, черноморский поток [9]. Акарии (89 %) доминировали и по биомассе. На втором месте был *P. parvus* (10 %). Доля остальных видов copepod, включая азовоморские формы, не превышала одного процента.

Таблица 1. Численность (экз./м³) и биомасса (мг/м³) зоопланктона в Керченском проливе в декабре 2007 г.

Table 1. Zooplankton abundance (ind./m³) and biomass (mg/m³) in Kerch strait in December, 2007

Станции	Численность, (экз./м ³)				Биомасса, (мг/м ³)			
	Копе- поды	Пелагич. личинки бентоса	Суммарн. зоопланк- тон	Мнемио- писис	Копе- поды	Пелагич. личинки бентоса	Суммарн. зоопланк- тон	Мнемио- писис
1	1554,0	1170,0	3734,0		7,31	12,10	22,16	
2	680,0	612,0	1602,0		6,66	9,61	17,10	
3	706,0	348,0	1228,0		8,30	4,68	14,53	
4	1463,2	646,2	2149,4		24,83	16,46	41,37	
5	1554,5	2403,6	4080,9		19,19	32,92	5352	
6	2026,9	2745,4	4933,1	0,8	26,08	45,92	72,42	66797
7	546,3	337,5	883,8	2,1*	5,89	4,08	9,96	182356*
8	881,7	1208,3	2131,7		15,63	16,72	32,46	
9	2361,0	10830,	13817,0		21,18	46,88	69,20	
10	3931,0	430,1	4413,4		60,98	56,08	117,11	
среднее	1570,5	2073,1	3897,3	0,3	19,60	24,55	89,97	24915
станд. отклонен.	1026,6	3191,4	3763,1		16,45	19,26	33,72	

*Примечание: по данным сети ДЖОМ.

При решении проблем, связанных с последствиями загрязнения, в том числе нефтяного, при количественном учёте в фиксированном материале важно различать живые и мёртвые организмы. Исследования мёртвой фракции зоопланктона проводились Л. Г. Коваль на северо-западном шельфе в 1960 – 1980 гг. В настоящее время они ведутся Е. В. Павловой в районе Севастополя [7, 11, 13]. Эти авторы показали, что обилие мёртвого планктона зависит от гидрологических условий, уровня загрязнения, в частности, концентрации нитратов и кислорода в морской воде. Оно также увеличивается при эвтрофикации водоёма.

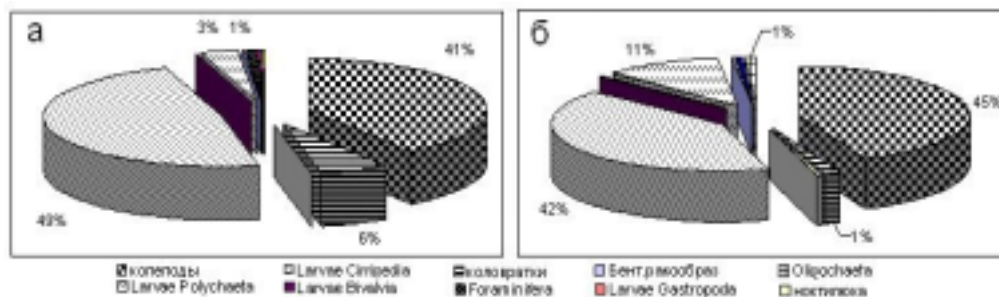


Рисунок 1. Соотношение разных таксономических групп зоопланктона: а - численность (экз./м³), б - биомасса (мг/м³)
Figure 1. Percent of the different taxonomic groups in total zooplankton: a - abundance (ind./m³), б - biomass (mg/m³)

В Керченском проливе доля мёртвых организмов в зоопланктоне изменялась по станциям от 2 – 5 до 34 %, составляя в среднем 11,7 % (рис. 2). Наибольший процент отмершего зоопланктона зафиксирован в порту и ниже по течению. Обилие мертвой фракции часто связывают с высокой степенью загрязнения [14]. В то же время известно, что повышенная смертность может быть вызвана и другими причинами, в частности, высокой гидродинамической активностью водных масс [7]. Керченский пролив относится к районам с высокой интенсивностью течений, особенно в зимнее время. Кроме двух устойчивых течений наблюдается неустойчивое смешанное течение. Направление течений в значительной степени зависит от направления ветров. Преобладающими являются ветры северо-западного и северо-восточного направлений, при которых в проливе преобладает перенос вод из Азовского моря в Чёрное. Это направление совпадает с направлением стокового течения, обусловленного преобладающим уклоном урванной поверхности от Азовского моря к Чёрному [8].

К сожалению, мы не располагаем опубликованными данными о количественных показателях зоопланктона в Керченском проливе за предыдущие годы. В литературе имеются сведения об обилии зоопланктона вблизи больших портов северной половины моря за вегетационный период 1991 г. [2]. По [2], биомасса кормового зоопланктона на расстоянии трёх миль от портов (Ялта, Евпатория, Керчь, Анапа и другие) обычно мало различалась. На этом основании результаты исследований в Керченском проливе мы сравнили с материалами, полученными годом раньше в Феодосийском заливе [6]. Количество видов и таксономических единиц в планктоне Керченского пролива и Феодосийском залива в декабре оказалось одинаковым (32). Однако уровень обилия зоопланктона в Керченском проливе был значительно ниже, чем в Феодосийском заливе, что может быть связано как с региональными особенностями, так с межгодовой изменчивостью. Обращает на себя внимание более высокий уровень мёртвой фракции в зоопланктоне Керченского пролива (11,7 %) по сравнению с Феодосийским заливом (< 2 %), и явное доминирование в проливе акарции (83 %). Доминирование акарции характерно для районов с высоким уровнем загрязнения. Учитывая, что воды Керченского пролива характеризовались в начале 2000 годов как относящиеся к IV-V классам загрязнения (например, по нефтепродуктам ПДК превышало в 2, а в центральной части пролива в 5 раз) [8], мы считаем этот район зоной хронического загрязнения. Специфический запах проб зоопланктона, высокое содержание органики в воде, сопровождающееся нетипичным для данного сезона увеличением доли жгутиковых форм микроводорослей и цианобактерий [8], высокий индекс загрязнения воды (ИЗВ = 1.33; IV класс качества воды), превышение на многих станциях ПДК по нефтепродуктам [4] подтверждают эту точку зрения. Спустя месяц после аварии оценить влияние нефтепродуктов на зоопланктон Керченского пролива не представляется возможным из-за высокой гидродинамической активности в

районе исследования. Не выявлено видимого воздействия разлива нефтепродуктов и на донные сообщества на глубинах 5 - 20 м [4]. Изучение последствий более крупных разливов нефти в море свидетельствует о быстром восстановлении морской биоты после локальных разливов нефти [10].

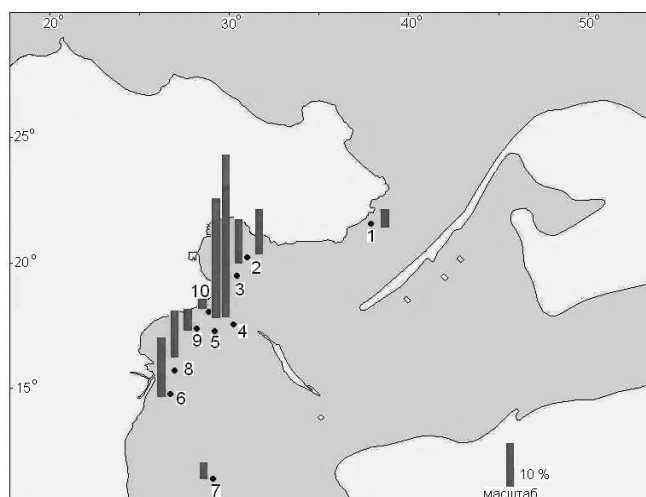


Рисунок 2. Соотношение между живой и мертвой фракцией зоопланктона по численности в процентах (столбики) в акватории Керченского пролива в декабре 2007 г. (1 – 10 – номера станций)

Figure 2. Correlation between alive and dead faction of zooplankton in percent (the columns) in the area of Kerch strait at December 2007 (1 – 10 – number of stations)

Выводы. В декабре 2007 г. зоопланктон Керченского пролива отличался относительно небольшим набором видов. Общее число обнаруженных форм составило 32, из них только несколько видов определяли обилие зоопланктона. Остальные виды были редкими и их вклад в количественные показатели зоопланктона менее значим. Количественные характеристики зоопланктона были низкими. Структура зоопланктонного сообщества с доминированием копепод рода *Acartia* и личинок *Cirripedia*, относительно высокая доля мёртвой фракции в планктоне обычно характерны для сильно загрязненных районов, к которым по этим показателям можно отнести Керченский пролив. Однако мы не можем достоверно сказать: связано это с разливом нефти в ноябре 2007 г. или это результат длительного хронического загрязнения данной акватории в ходе интенсивной хозяйственной деятельности.

Благодарности Автор благодарит Т. Н. Климову и В. С. Доценко за любезно предоставленные пробы (сеть ДЖОМ).

1. Боровська Р. В. Результати океанографічних і рибогосподарських досліджень Чорного та Азовського морів на базі супутникової інформації: Автореф. дис. канд. биол. наук. – Одесса: ОДЄУ, 2006. – 22 с.
2. Гришин А., Даскалов Г., Шляхов В., Михнева В. Влияние желетелого зоопланктона на запасы промысловых рыб и их промысел в Чёрном море: анализ многолетних рядов биологических наблюдений. – Морск. экол. журн. – 2007. – 6, № 2. – С. 5 – 24.
3. Губанова А. Д. Долговременные изменения видового состава и численности рода *Acartia* Dana в Севастопольской бухте // Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма (черноморский сектор). – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. – Гл. 2.5. – С. 94 – 103.
4. Еремеев В. Н., Миронов О. Г., Алемов С. В. и др. Предварительные результаты оценки нефтяного загрязнения Керченского пролива после аварии судов 11 ноября 2007 г. // Морск. экол. журн. – 2008. – 7, № 3. – С. 15 – 24.
5. Загородняя Ю. А., Павловская Т. В., Морякова В. К. Современное состояние зоопланктона у берегов Крыма // Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма (черноморский сектор). – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. – Гл. 2.3. – С. 49 – 83.
6. Загородняя Ю. А., Морякова В. К. Зоопланктон Феодосийского залива в декабре 2006 г. // Экология моря. – 2008. – Вып. 75. – С. 58 – 65.

7. Коваль Л. Г. Зоо- и некрозоопланктон Чёрного моря. – Киев: Наук. думка, 1984. – 127 с.
8. Комплексные исследования состояния среды и биоты в Керченском проливе после аварий судов 11 ноября: отчет о НИР / ИнБЮМ НАНУ; А. Р. Болтачев. – Севастополь, 2007. – 132 с.
9. Матишов Г. Г., Бердников С. В., Савицкий Р. М. Экосистемный мониторинг и оценка воздействия разливов нефтепродуктов в Керченском проливе. Аварии судов в ноябре 2007 г. – Препринт. – Ростов н/Д: ЮНЦРАН, 2008. – 78 с.
10. Нефтяных разливах в море – опыт крупных катастроф // Режим доступа <http://blacksea.orlyonok.ru/zagr.shtml>
11. Павлова Е. В., Мурина В. В., Куфтаркова Е. А. Гидрохимические и биологические исследования в бухте Омега (Чёрное море. Севастопольский шельф) // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – 2001. – Вып. 2. – С. 159 – 176.
12. Петина Т. С. О среднем весе основных форм зоопланктона Чёрного моря // Тр. Севастоп. биол. ст. – 1957. – 9. – С. 39 – 57.
13. Петина Т. С., Павлова Е. В. Смертность зоопланктона в Севастопольской бухте // Доп. НАНУ. – 1995. – 6. – С. 146 – 148.
14. Репетин Л. Н., Гордина А. Д., Павлова Е. В. и др. Влияние океанографических факторов на экологическое состояние Севастопольской бухты (Чёрное море) // Морск. гидрофиз. журн. – 2003. – 2, № 2. – 66 – 80.
15. Lakkis S., Abbout M. Zooplankton et pollution du secteur Lihana en Mediterranee orientale // Rapp. Commis. Intern. Mer Medit. – Monaco, 1976. – 23, № 9. – P. 79 – 81.
16. Kovalev A. V., Goubanova A. D., Ostrovskaya N. A., Zagorodnyaya Yu. A. The investigation of mezozooplankton in 1993-1994 by IBSS // An assessment of recent Phyto- and Zooplankton investigations in Black Sea and planning for future/ Report on the meeting of Marine Biologists in Erdemli, Turkey, 20 Feb.-3 March 1995; Inst. Mar. Sci. Midl. East Techn. Univers., Edemli, Turkey, 1995. – P. 50 – 52.
17. Kovalev A. V., Besiktepe S., Zagorodnyaya Yu. A., Kideys A. E. Mediterraneanization of the Black Sea zooplankton is continuing // Ecosystem Modelling as a Management Tool for the Black Sea. – Dordrecht, Boston, London: Kluwer Acad. Publ., 1998. – Vol. 1. – P. 199 – 208. – (NATO Sci. Ser. 2: Environmental Security. – Vol. 47).
18. Paffenhofer G. A., Stearns D. E. Why is *Acartia tonsa* (Copepoda: Calanoida) restricted to nearshore environments? // Marine Ecology Prog. – 1988. – Ser. 42. – P. 33 – 38.

Институт биологии южных морей НАН Украины,
Севастополь, Украина

Получено 03 апреля 2009 г.

Ю. А. ЗАГОРОДНЯ

ОЦІНКА ВПЛИВУ РОЗЛИВУ НАФТОПРОДУКТІВ У КЕРЧЕНСЬКІЙ ПРОТОЦІ ВОСЕНИ 2007 р. НА ЗООПЛАНКТОН

Резюме

Дослідження в Керченській протоці в грудні 2007 р. показали, що в зимовий період видова різноманітність і кількісні показники зоопланктону були низькими. Його численність визначали кілька видів. Структура зоопланктонного угруповання з домінуванням копепод р. *Acartia* і личинок *Cirripedia* та відносно висока частка мертвої фракції в планктоні звичайно характерні для сильно забруднених районів, до яких за цими і гідрохімічними показниками можна віднести Керченську протоку. Відповісти за матеріалами однієї зйомки, наскільки ці зміни пов'язані з розливом нафти в листопаді 2007 р. чи це є результат тривалого хронічного забруднення акваторії протоки, не представляється можливим.

Ju. A. ZAGORODNYAYA

OIL SPLIT IN THE KERCH STRAIT IN AUTUMN, 2007 AND ESTIMATION OF ITS INFLUENCE ON ZOOPLANKTON

Summary

The species biodiversity of zooplankton and its quantitative values in the Kerch Strait in December, 2007 were low. Few species formed zooplankton abundance and biomass. Copepod genus *Acartia* and benthic larvae of *Cirripedia* dominated in zooplankton community. Comparatively high percent of dead organisms in plankton, prevalence of acartiids and hydrochemical data testify to high pollution of the investigational area. Were these changes connected with oils split in November, 2007 or they are result of the long chronic contamination of the strait is difficult to answer on materials of one series observation.