

УДК 591.524.11:551.326.4 (262.5)

РЕАКЦИЯ МАССОВЫХ ВИДОВ ЗООБЕНТОСА НА ЗАИЛЕНИЕ КЕРЧЕНСКОГО ПЕРЕПРОЛИВЬЯ ЧЕРНОГО МОРЯ

Терентьев А. С.

Южный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии, Керчь, iskander65@bk.ru

Заиление акватории Керченского предпроливья Черного моря из-за воздействия донного тралового промысла и сброса грунтов привело к разрушению донных биоценозов района. Исключением являлся, характерный для илов биоценоз *Terebellides stroemi*, увеличивший свою площадь за счет биоценозов *Mytilus galloprovincialis* и *Modiolus phaseolinus*. Уменьшение численности зообентоса произошло во многом за счет снижения численности доминантных видов. Выделено 3 группы донных животных: плохо переносящих заиление, индифферентных к заилению, увеличивающих свою численность после заиления. В исходных биоценозах главную роль играют виды, относящиеся к первой группе. Во вновь образовавшихся сообществах увеличивается доля второй группы, а на наиболее разрушенных участках – третьей. Наиболее устойчивы к заилению полихеты *Nephtys hombergii*, *N. longicornis* и *T. stroemi*. Совершенно не переносят заиление губки.

Ключевые слова: антропогенное воздействие, биоценоз, заиление, бентос, Черное море.

ВВЕДЕНИЕ

В конце 80-х – начале 90-х годов район Керченского предпроливья Черного моря подвергся сильному антропогенному воздействию, приведшими к заилению поверхностного слоя грунта дна на значительной части его акватории. Основными причинами заиления являлись дампинг грунта, донный траловый промысел (в период с 1986 по 1990 гг. по данным городского архива здесь ежегодно производилось около 10 тыс. донных тралений), а также перенос взвеси из Керченского пролива [4, 21]. Негативное влияние этих факторов на донные сообщества уже неоднократно обсуждалось в литературе [2, 3, 7, 8, 9, 12, 14, 15, 18, 19, 22]. В последующем сброс грунта при очистке фарватера Керченского пролива продолжался в объеме до 50–100 тыс. м³ в год. Донный траловый промысел запрещен, а дампинг осуществляется до настоящего времени и его воздействие продолжает сказываться на донном сообществе. В частности, заиление оказывает сильное влияние на массовые виды зообентоса. Представление результатов реакции массовых видов зообентоса после антропогенного заиления предпроливья было целью данной работы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В настоящей работе были использованы материалы Южного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии (ЮгНИРО), собранные в 5 экспедициях, проводившихся в мае – июле 1986–1990 гг. Пробы бентоса отбирались дночерпателем «Океан» площадью охвата 0,25 м² на глубинах от 10 до 100 м. В улове дночерпателя визуально определяли характер и структуру грунта. Улов промывали через систему сит и отбирали всех пойманных донных животных. В течение всего периода исследований выполнено 340 станций на площади 5,3 тыс. км² (рис. 1).

На каждой станции определяли видовой состав и численность донных животных. Таксономическая обработка проб осуществлялась по трехтомному определителю фауны Черного и Азовского морей [17]. Название биоценоза выделяли по виду, имеющему наибольшую биомассу, при этом учитывалась его численность [5].

Приверженность массовых видов к тому либо иному биоценозу оценивалась при помощи коэффициента верности:

$$K = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma_x},$$

где $\bar{x} = \frac{\sum x_i}{M}$ – средняя численность вида в биоценозе, $\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{M - 1}}$, \bar{x} – средняя численность вида в i -м биоценозе, M – число биоценозов. При положительных значениях коэффициента вид

считался характерным, при значениях, близких к 0, вид характеризовался как индифферентный, а при отрицательных считался чуждым [6].

В основу классификации грунтов была положена схема, предложенная Eltringham S. K. [20].

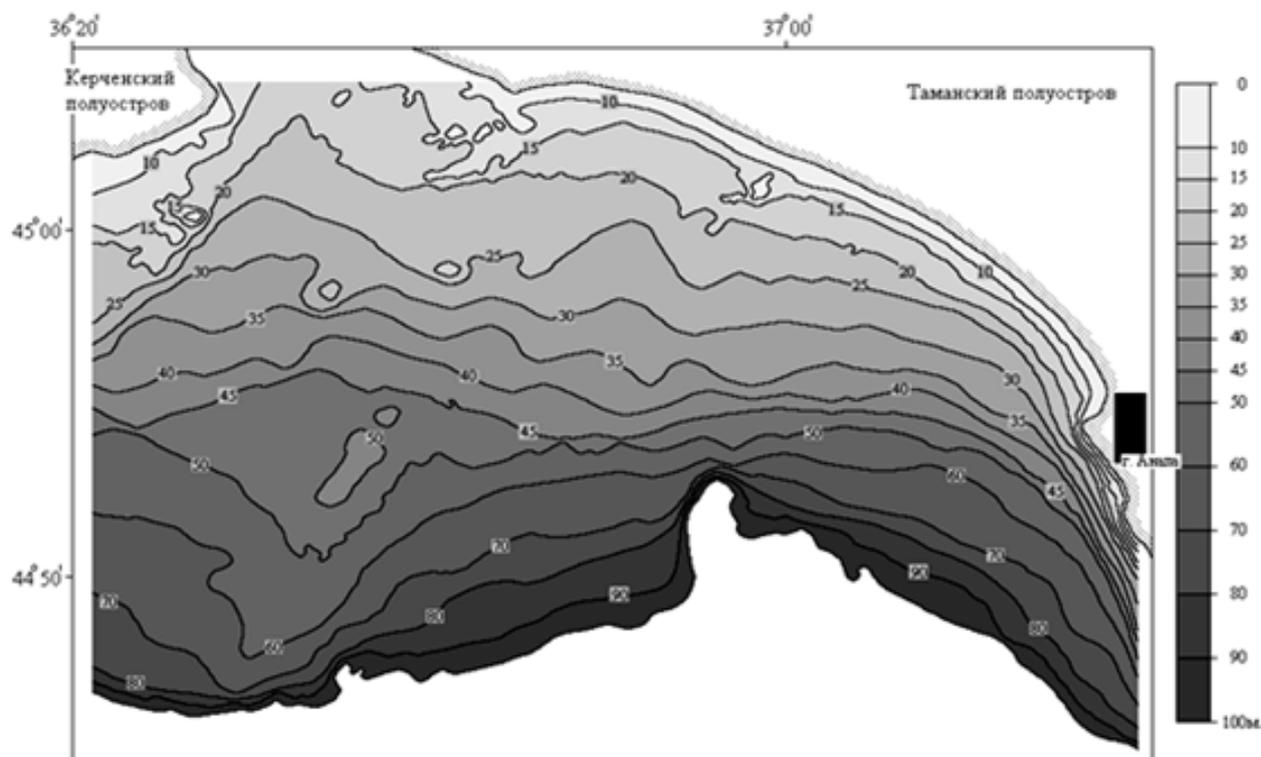


Рис. 1. Район исследований и его рельеф

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На акватории Керченского пролива Черного моря выявлено 8 типов грунтов: песок, илистый песок, песчаный ил, ракушка, песчаная ракушка, заиленная ракушка, фазеолиновый ил и ил. Фазеолиновый ил – это серый ил перемешанный со створками двустворчатого моллюска *Modiolus phaseolinus*. В период проведения работ отмечалась сильная пространственная динамика грунтов вследствие осаждения илистых частиц на поверхностном слое грунта за счет их поставок при дампинге и переосаждения взмученных частиц при донном траловом промысле черноморской кильки. Толщина переосажденных илов на различных участках и глубинах варьировала от 1 до 20 см. Наибольшая толщина слоя переосажденного ила наблюдалась на глубинах 50–100 м. Участки с глубинами менее 30 м заиливались фрагментарно, на отдельных участках. В последующие годы наблюдался размыв илов и восстановление первоначальной структуры грунта (рис. 2).

Быстрое оседание илов, наблюдаемое в районе исследований, вызывает засыпание донной фауны и ее практически полную гибель [12]. Радикальная смена типа преобладающих в районе ракушечных грунтов на чистые илы обуславливает резкую смену состава нативного донного сообщества на пелофильную фауну. Участки, подвергшиеся наиболее сильному заилению, располагались в центральной части рассматриваемой акватории, в юго-восточной ее части и на отдельных участках северо-восточной части. В центральной и северо-восточной частях расположены свалки грунта. В восточной части проводился донный траловый промысел.

Площадь, занимаемая илами, выросла в 11 раз с 0,156 тыс. км² до 1,696 тыс. км². В илы трансформировались в основном участки, расположенные на глубинах глубже 30 м – заиленная ракушка и фазеолиновый ил. Наиболее сильное заиление наблюдалось с 1989 по 1990 г., особенно на глубинах от 40 до 85 м. Площадь, занимаемая другими типами грунтов, изменилась слабо.

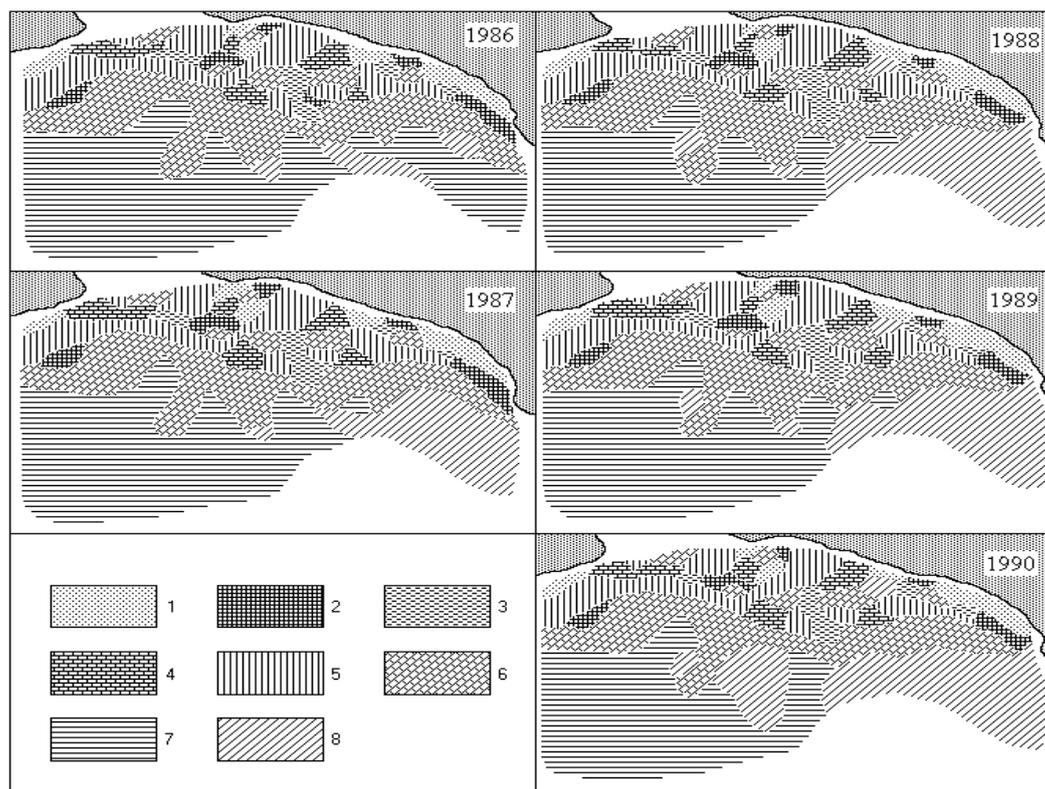


Рис. 2. Грунты Керченского пролива Черного моря

Условные обозначения: 1 – песок, 2 – песчаный ил, 3 – илистый песок, 4 – ракуша, 5 – песчаная ракуша, 6 – заиленная ракуша, 7 – фазеолиновый ил, 8 – ил.

На акватории Керченского пролива выделено 6 донных биоценозов: *Ascidiella aspersa*, *Chamelea gallina*, *Modiolus adriaticus*, *Mytilus galloprovincialis*, *Modiolus phaseolinus*, *Terebellides stroemi*. Эти биоценозы характерны для Черного моря [10, 11, 13, 16, 17].

Заиление акватории сопровождалось сильной пространственной трансформацией биоценозов (рис. 3).

В 1987 году исчез биоценоз *A. aspersa*. В восточной части почти в 3 раза увеличилась площадь биоценоза *T. stroemi*. Некогда сплошной биоценоз *M. galloprovincialis* оказался разорванным.

В 1988 году на участках против пролива и возле г. Анапы разрушились биоценозы *M. adriaticus* и *M. galloprovincialis*. Подвергся сильному разрушению и дроблению биоценоз *M. phaseolinus*.

К 1989 году биоценоз *M. adriaticus* сохранился только возле пролива. Биоценозы *M. galloprovincialis* и *M. phaseolinus* оказались окончательно раздробленными. В западной части выделился участок, на котором донная фауна практически исчезла.

В 1990 году отмечалось дальнейшее разрушение биоценозов *M. adriaticus*, *M. galloprovincialis* и *M. phaseolinus*. Остатки этих трех биоценозов разделяют изучаемую акваторию на две части. В восточной части биоценоз *M. phaseolinus* почти полностью исчез. Вся центральная часть оказалась разрушенной. Биоценозы *M. galloprovincialis* и *M. phaseolinus* сохранились только в западной части. На юге развился биоценоз *T. stroemi*.

Суммарная площадь, занимаемая всеми биоценозами, за исключением биоценоза *T. stroemi*, сократилась в 1,8 раза с 4,399 тыс. км² до 2,491 тыс. км². Площадь биоценоза *T. stroemi*, наоборот возросла в 5,9 раза, увеличиваясь в среднем на 43 % в год, с 0,265 тыс. км² до 1,537 тыс. км². Этот биоценоз развивался на недавно заиленных грунтах, поэтому его можно рассматривать совместно с разрушенными биоценозами.

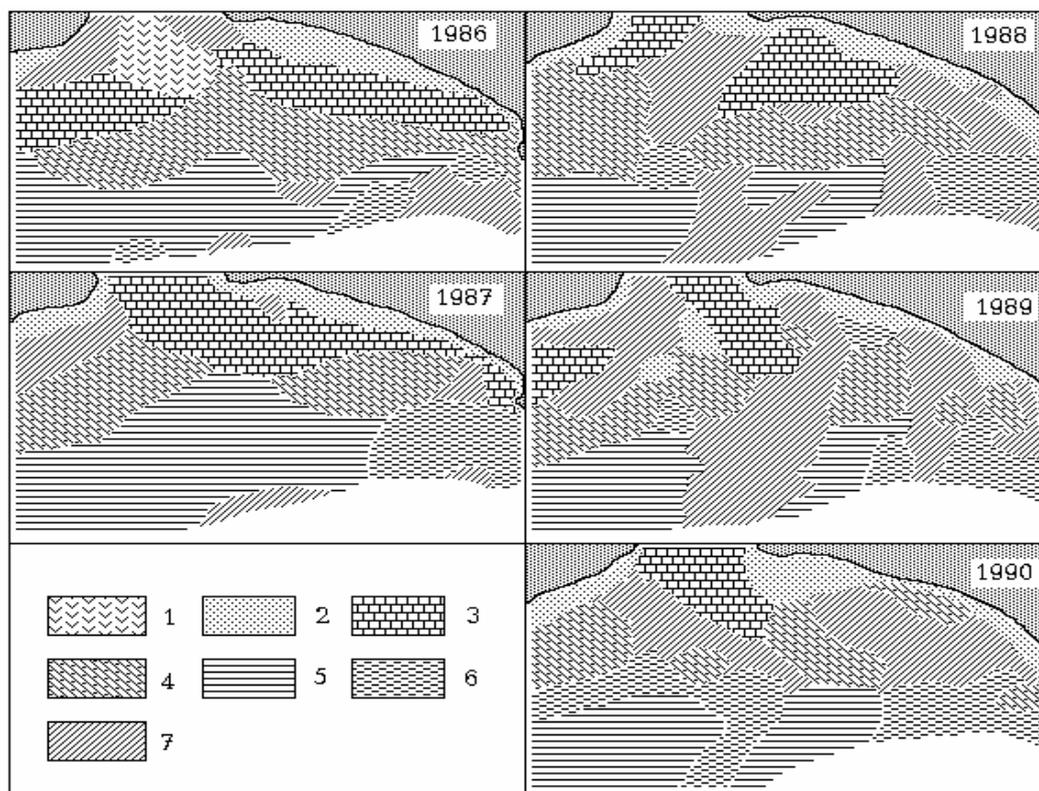


Рис. 3. Биоценозы Керченского предпроливья Черного моря

Условные обозначения: 1 – *A. aspersa*, 2 – *C. gallina*, 3 – *M. adriaticus*, 4 – *M. galloprovincialis*, 5 – *M. phaseolinus*, 6 – *T. stroemi*, 7 – прочие сообщества.

В результате заиления наблюдалось сильное сокращение видового богатства и численности практически во всех биоценозах. Исключением являлся участок, занимаемый ранее биоценозом *A. aspersa*, что свидетельствует о довольно стабильных условиях среды на нем и слабом заилении грунта (табл. 1).

Наиболее сильное снижение видового богатства наблюдалось в биоценозе *M. galloprovincialis*, где было потеряно 64 % первоначального видового богатства. В биоценозе *M. phaseolinus* оно уменьшилось на 60 %. Максимальные потери произошли в биоценозе *M. phaseolinus*. В среднем численность зообентоса в биоценозах после заиления снижается на 59 %.

Из видового состава всех без исключения биоценозов полностью исчезают губки. До разрушения на их долю, в зависимости от биоценоза, приходилось от 2 до 20 % видового богатства. Полностью исчезли также панцирные моллюски и щупальцевые. Сокращается видовое богатство других таксономических групп. В частности, из асцидий после заиления перестают встречаться *A. aspersa* и *Ciona intestinalis*.

У большинства биоценозов наблюдается близкое в процентном отношении снижение после заиления видового богатства, плотности видов и численности зообентоса. Так в биоценозах *C. gallina*, *M. galloprovincialis* и *M. phaseolinus* видовое богатство после заиления снижается в среднем на 47–58 %, плотность видов на 42–55 %, численность на 85–92 %, а биомасса на 93–97 %. Несколько отличается от этих биоценозов поведение биоценозов *A. aspersa* и *M. adriaticus*. Они также сильно потеряли в плотности видов, в среднем она снизилась на 41–46 %. Меньше пострадала численность, после заиления она снизилась на 6–26 %. В биоценозе *M. adriaticus* оно снизилось на 59 %.

Уменьшению численности биоценозов во многом происходит за счет сокращения численности доминантных видов (табл. 2).

Таблица 1

Сравнение видового богатства и численности биоценозов Керченского предпроливья Черного моря до и после разрушения

Биоценоз		Видовое богатство	Численность, экз./м ²
<i>A. aspersa</i>	Исходный	19	195,0±36,0
	Разрушенный	21	182,0±64,0
	Разница	+2	-13,0±5,2
<i>C. gallina</i>	Исходный	42	418,0±82,0
	Разрушенный	19	62,0±30,0
	Разница	-23	-360,0±190,0
<i>M. adriaticus</i>	Исходный	70	358,0±34,0
	Разрушенный	29	260,0±130,0
	Разница	-41	-98,0±50,0
<i>M. galloprovincialis</i>	Исходный	80	337,0±36,0
	Разрушенный	29	55,0±16,0
	Разница	-51	-282,0±87,0
<i>M. phaseolinus</i>	Исходный	45	1210,0±250,0
	Разрушенный	26	55,4±4,5
	Разница	-19	-1150,0±260,0

Таблица 2

Разница между численностью (экз./м²) доминантных и недоминантных видов в донных биоценозах Керченского предпроливья Черного моря до и после заиления

Биоценоз		Доминантного вида	Недоминантных видов
<i>A. aspersa</i>	Исходный	28,00±2,30	166,00±31,00
	Трансформированный	0,00	178,00±64,00
	Разница	-28,00±2,30	+12,00±4,90
<i>C. galina</i>	Исходный	234,00±65,00	184,00±50,00
	Разрушенный	9,20±2,80	52,00±12,00
	Разница	-225,00±93,00	-132,00±47,00
<i>M. adriaticus</i>	Исходный	139,00±26,00	218,00±22,00
	Разрушенный	5,50±3,10	258,00±61,00
	Разница	-134,00±79,00	+40,00±10,00
<i>M. galloprovincialis</i>	Исходный	119,00±20,00	218,00±31,00
	Разрушенный	0,24±0,05	54,60±7,90
	Разница	-119,00±22,00	-163,00±33,00
<i>M. phaseolinus</i>	Исходный	1180,00±250,00	31,00±2,60
	Разрушенный	0,85±0,36	53,90±6,40
	Разница	-1180,00±270,00	+22,90±3,30

Снижение численности биоценозов произошло в основном за счет уменьшения численности доминантных видов. Увеличение численности не доминантных видов некоторых биоценозов не могло компенсировать снижение численности доминантного вида.

В биоценозах большая часть численности и биомассы приходится на часто встречающиеся виды. Таких оказалось около 20 % от всего видового богатства предпроливья. Всего в предпроливье было встречено 133 вида. Но на долю массовых видов в зависимости от биоценоза приходилось от 66 до 99 % численности зообентоса. Влияние заиления на эти виды можно оценить с помощью коэффициента верности (табл. 3).

A. renieri характерна для биоценозов *M. adriaticus* и *M. galloprovincialis*. После заиления сохраняется только в биоценозе *M. adriaticus* и изредка попадает в мелководной части биоценоза *M. phaseolinus*.

Значение коэффициента верности массовых видов в донных биоценозах Керченского предпроливья Черного моря до и после заиления

Вид	Биоценоз									
	<i>A. aspersa</i>		<i>C. gallina</i>		<i>M. adriaticus</i>		<i>M. galloprovincialis</i>		<i>M. phaseolinus</i>	
	Исходный	Трансформированный	Исходный	Разрушенный	Исходный	Разрушенный	Исходный	Разрушенный	Исходный	Разрушенный
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Abra renieri</i>	-0,58 ±0,08	-0,58 ±0,08	-0,27 ±0,12	-0,58 ±0,08	+2,04 ±0,78	+0,35 ±1,39	+0,76 ±0,40	-0,58 ±0,08	-0,49 ±0,08	-0,07 ±0,75
<i>Acanthocardia paucicostata</i>	+2,71 ±0,09	-0,54 ±0,09	-0,06 ±0,09	-0,38 ±0,27	-0,23 ±0,08	-0,30 ±0,40	-0,48 ±0,09	-0,38 ±0,21	-0,47 ±0,09	+0,13 ±0,65
<i>Amphitrite gracilis</i>	+0,37 ±0,24	+0,35 ±0,24	-0,56 ±0,07	-0,75 ±0,08	+1,94 ±0,61	+0,19 ±1,41	+0,66 ±0,31	-0,75 ±0,08	-0,70 ±0,07	-0,75 ±0,08
<i>Amphiura stepanovi</i>	-0,70 ±0,14	-0,48 ±0,14	-0,70 ±0,14	-0,70 ±0,14	+0,02 ±0,15	-0,06 ±1,02	+1,25 ±0,20	-0,41 ±0,23	+1,50 ±0,21	+0,28 ±0,88
<i>Asciidiella aspersa</i>	+2,81 ±0,73	-0,33 ±0,11	-0,38 ±0,13	-0,42 ±0,12	+0,08 ±0,02	-0,40 ±1,30	-0,08 ±0,03	-0,42 ±0,19	-0,42 ±0,12	-0,42 ±0,12
<i>Balanus improvisus</i>	-0,46 ±0,10	-0,46 ±0,10	+2,76 ±0,13	-0,34 ±0,12	-0,21 ±0,10	+0,03 ±0,52	-0,17 ±0,10	-0,23 ±0,21	-0,46 ±0,10	-0,46 ±0,10
<i>Calyptrea chinensis</i>	-0,80 ±0,08	+0,68 ±0,05	-0,13 ±0,07	-0,57 ±0,27	+1,42 ±0,04	-0,46 ±0,54	+1,89 ±0,04	-0,46 ±0,17	-0,77 ±0,08	-0,80 ±0,08
<i>Chamelea gallina</i>	-0,35 ±0,03	-0,30 ±0,03	+2,82 ±0,04	-0,33 ±0,06	-0,33 ±0,03	-0,37 ±0,03	-0,37 ±0,03	-0,35 ±0,04	-0,38 ±0,03	-0,38 ±0,03
<i>Gouldia minima</i>	+0,01 ±0,23	-0,56 ±0,16	+1,95 ±0,82	-0,37 ±0,32	+0,13 ±0,26	+1,09 ±1,28	-0,32 ±0,17	-0,49 ±0,19	-0,72 ±0,17	-0,72 ±0,17
<i>Melinna palmata</i>	-0,43 ±0,03	-0,43 ±0,03	+2,80 ±0,02	-0,28 ±0,27	+0,12 ±0,03	-0,43 ±0,03	-0,37 ±0,03	-0,43 ±0,03	-0,24 ±0,03	-0,31 ±0,15
<i>Modiolus adriaticus</i>	+0,21 ±0,09	+0,22 ±0,10	-0,55 ±0,07	-0,64 ±0,06	+2,53 ±0,19	-0,06 ±0,78	+0,20 ±0,09	-0,63 ±0,06	-0,64 ±0,06	-0,64 ±0,06
<i>M. phaseolinus</i>	-0,24 ±0,01	-0,24 ±0,01	-0,24 ±0,01	-0,24 ±0,01	-0,24 ±0,01	-0,24 ±0,01	-0,12 ±0,01	-0,24 ±0,01	+2,04 ±0,01	-0,24 ±0,01
<i>Mytilaster lineatus</i>	+0,28 ±0,07	+2,28 ±0,78	-0,49 ±0,17	-0,58 ±0,16	+1,27 ±0,36	-0,58 ±0,82	-0,44 ±0,14	-0,58 ±0,27	-0,58 ±0,27	-0,58 ±0,27
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	-0,45 ±0,02	-0,37 ±0,02	-0,44 ±0,02	-0,45 ±0,02	+0,50 ±0,01	-0,18 ±0,14	+2,71 ±0,01	-0,44 ±0,02	-0,44 ±0,02	-0,45 ±0,02
<i>Nephtys hombergii</i>	+1,46 ±1,05	-0,13 ±0,37	-0,33 ±0,31	-0,05 ±0,81	-0,28 ±0,32	+1,17 ±1,47	-0,16 ±0,36	-0,21 ±0,50	-0,83 ±0,19	-0,64 ±0,45
<i>N. longicornis</i>	-0,69 ±0,22	-0,69 ±0,22	-0,45 ±0,21	-0,38 ±0,66	-0,34 ±0,22	+1,63 ±1,50	-0,46 ±0,21	+0,95 ±0,84	-0,63 ±0,21	+1,06 ±0,26
<i>Pchycerianthus solitarius</i>	-0,41 ±0,22	-0,41 ±0,22	-0,41 ±0,22	-0,41 ±0,22	-0,41 ±0,22	-0,41 ±0,22	-0,27 ±0,21	-0,41 ±0,22	+1,89 ±0,26	+1,25 ±1,10
<i>Parvicardium exiguum</i>	-0,65 ±0,14	-0,26 ±0,16	+0,55 ±0,24	-0,45 ±0,22	+2,21 ±0,47	+0,68 ±1,18	-0,27 ±0,16	-0,46 ±0,15	-0,66 ±0,14	-0,66 ±0,14
<i>Pectinaria koreni</i>	+1,41 ±0,37	+1,39 ±0,48	-0,72 ±0,25	-0,72 ±0,21	+1,38 ±0,40	-0,72 ±1,26	+0,14 ±0,05	-0,72 ±0,33	-0,72 ±0,33	-0,72 ±0,33
<i>Perinereis cultrifera</i>	+2,24 ±0,58	-0,06 ±0,02	-0,39 ±0,13	-0,63 ±0,18	+1,36 ±0,39	-0,63 ±0,97	+0,01 ±0,01	-0,63 ±0,29	-0,63 ±0,29	-0,63 ±0,29
<i>Pitar rudis</i>	+1,19 ±0,89	+0,42 ±0,26	-0,18 ±0,16	-0,71 ±0,24	+0,47 ±0,39	+1,33 ±0,43	-0,15 ±0,17	-0,58 ±0,18	-0,89 ±0,31	-0,90 ±0,31
<i>Polititapes aurea</i>	+1,96 ±0,61	+0,12 ±0,18	-0,49 ±0,08	-0,76 ±0,08	+0,60 ±0,29	+0,14 ±0,43	+0,51 ±0,27	-0,48 ±0,25	-0,80 ±0,09	-0,80 ±0,09

Окончание таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>P. petalina</i>	-0,75 ±0,11	+1,18 ±0,72	+0,42 ±0,41	-0,75 ±0,11	+0,03 ±0,26	+1,49 ±0,13	+0,58 ±0,47	-0,56 ±0,25	-0,75 ±0,11	-0,75 ±0,11
<i>Spisula subtruncata</i>	-0,67 ±0,11	+0,71 ±0,56	+1,33 ±0,82	-0,11 ±0,56	-0,46 ±0,11	+1,13 ±0,76	-0,48 ±0,11	-0,14 ±0,56	-0,67 ±0,11	-0,64 ±0,13
<i>Stereoderma kirchbergi</i>	-0,49 ±0,05	-0,49 ±0,05	-0,49 ±0,05	-0,49 ±0,05	-0,24 ±0,05	-0,49 ±0,05	+2,07 ±0,02	-0,25 ±0,27	+1,29 ±0,03	-0,42 ±0,09
<i>Terebellides stroemi</i>	-0,79 ±0,16	+0,25 ±0,18	-0,99 ±0,16	-0,97 ±0,15	+2,19 ±2,25	-0,60 ±0,37	+0,08 ±0,18	-0,66 ±0,12	-0,45 ±0,17	+1,94 ±0,25
<i>Tritia reticulata</i>	+1,36 ±0,32	-0,29 ±0,11	+1,45 ±0,33	+0,27 ±1,21	-0,01 ±0,13	+0,02 ±1,20	-0,33 ±0,11	-0,60 ±0,14	-0,95 ±0,12	-0,92 ±0,05

A. paucicostata характерна для биоценоза *A. aspersa*, а после заиления пропадает. Индифферентный вид в биоценозе *C. gallina*, но избегает его разрушенных участков. Не характерна для биоценозов *M. adriaticus*, *M. galloprovincialis* как до, так и после их заиления. Не характерна также для биоценоза *M. phaseolinus*, но после заиления значение этого вида резко возрастает.

A. gracilis характерен для биоценоза *A. aspersa* как до, так и после его разрушения. Характерен также для биоценоза *M. adriaticus*. Но после его заиления значение этого вида уменьшается. В биоценозе *M. galloprovincialis* первоначально также относится к характерным видам, хотя и не настолько, как в двух предыдущих. Изредка встречается в биоценозах *C. gallina* и *M. phaseolinus*, но полностью избегает разрушенные участки.

A. stepanovi полностью отсутствует в биоценозе *A. aspersa*, и хотя ее единичные экземпляры попадают после заиления, все равно этот вид остается чуждым. Полностью избегает биоценоз *C. gallina* как до, так и после его заиления. Для биоценоза *M. adriaticus* как до, так и после заиления остается индифферентным видом. Предпочитает биоценозы *M. galloprovincialis* и *M. phaseolinus*. После заиления избегает первый, но остается важным компонентом второго.

A. aspersa биоценоз образующий вид. Кроме собственного биоценоза, предпочитает биоценозы *M. adriaticus* и *M. galloprovincialis*. Не характерен для биоценозов *C. gallina* и *M. phaseolinus*. Не выносит заиления.

B. improvisus полностью избегает биоценозы *A. aspersa* и *M. phaseolinus*. Отдает предпочтение биоценозу *C. gallina*. Плохо переносит заиление.

C. chinensis отдает предпочтение биоценозам *M. adriaticus* и *M. galloprovincialis*. Но после их заиления значение этого вида резко уменьшается. Наличествует в биоценозе *C. gallina*, но плохо переносит его заиление. Появляется на заиленных участках биоценоза *A. aspersa*, хотя ранее она там не встречалась.

C. gallina биоценоз образующий вид. На заиленных участках значение этого вида снижается. Не встречается в биоценозе *M. phaseolinus*.

G. minima предпочитает биоценоз *C. gallina*, но избегает его заиленных участков. Не встречается в биоценозе *M. phaseolinus*. После заиления ее роль во всех биоценозах снижается. Некоторым исключением может служить биоценоз *M. adriaticus*, где после заиления могут образовываться локальные скопления этого вида численностью до 300 экз./м².

M. palmata предпочитает биоценоз *C. gallina* и в меньшей степени *M. adriaticus*. Полностью избегает биоценоз *A. aspersa*. При заилении роль этого вида в первое время снижается, но затем наблюдается повышение ее численности.

M. adriaticus биоценоз образующий вид. Кроме того, этот вид является важным компонентом биоценоза *A. aspersa*, каким и остается после его заиления. Избегает разрушенные заилением участки биоценозов *M. adriaticus* и *M. galloprovincialis*. Чуждый вид для биоценоза *M. phaseolinus*. Не характерен также для биоценоза *C. gallina*.

M. phaseolinus биоценоз образующий вид. Характерен только для собственного биоценоза. Не выносит заиления.

M. lineatus характерен для биоценозов *M. adriaticus* и *A. aspersa*. Сильно повышается роль этого вида после заиления биоценоза *A. aspersa*. Избегает заиленные биоценозы *C. gallina*, *M. adriaticus* и *M. galloprovincialis*. Совершенно не встречается в биоценозе *M. phaseolinus*.

M. galloprovincialis биоценоз образующий вид. Присутствует практически во всех биоценозах. Плохо переносит заиление. Полностью исчезает из биоценозов *C. gallina* и *M. phaseolinus* после их заиления. Небольшое повышение уровня значимости этого вида наблюдалось только при заилении биоценоза *A. aspersa*.

N. hombergii присутствует во всех биоценозах. Наблюдается повышение уровня его значимости после заиления. Но при этом данный вид отличается крайне неустойчивой численностью. Поэтому ошибка при определении коэффициента верности оказывается очень большой. Для биоценоза *A. aspersa* является характерным видом, и это единственный случай, когда после заиления его значимость снижается.

N. longicornis не встречается только в биоценозе *A. aspersa*. Его уровень значимости резко повышается при разрушении биоценозов. После заиления становится характерным видом для разрушенных участков биоценозов *M. adriaticus*, *M. galloprovincialis* и *M. phaseolinus*. Несмотря на то, что его численность и встречаемость намного ниже, чем у предыдущего вида он является более показательным видом при заилении биоценозов.

P. solitarius характерный вид для биоценоза *M. phaseolinus*. Изредка встречается в нижней части биоценоза *M. galloprovincialis*. Для всех остальных биоценозов чуждый вид. Неплохо переносит заиление.

P. exiguum не встречается только в биоценозе *M. phaseolinus*. При заилении уровень его значимости уменьшается. Исключением является только биоценоз *A. aspersa*, где роль этого вида увеличивается. Наиболее характерен для биоценоза *M. adriaticus*.

P. koreni наиболее характерен для биоценоза *A. aspersa* и остается таковым после заиления этого биоценоза. Характерен также для биоценоза *M. adriaticus*. Но после его заиления практически полностью исчезает, также, как и из биоценоза *M. galloprovincialis*. Для остальных биоценозов не характерен.

P. cultrifera характерен для биоценозов *A. aspersa* и *M. adriaticus*. Не выносит заиления, после которого сохраняется только в биоценозе *A. aspersa*, при этом уровень его значимости сильно уменьшается. Полностью избегает биоценоз *M. phaseolinus*.

P. rudis встречается во всех биоценозах. Наиболее предпочтительны для него биоценоз *A. aspersa* и разрушенный биоценоз *M. adriaticus*. В биоценозе *A. aspersa* и после разрушения роль этого вида остается достаточно высокой. В биоценозах *C. gallina* и *M. galloprovincialis* роль его после заиления уменьшается. Для биоценоза *M. phaseolinus* не характерен, а после заиления полностью исчезает.

P. aurea наиболее характерен для биоценоза *A. aspersa*. Играет значительную роль в биоценозах *M. adriaticus* и *M. galloprovincialis*. После заиления роль этого вида повсеместно снижается. Но следует заметить, что иногда он образует довольно плотные скопления на заиленных участках биоценоза *M. galloprovincialis*. Скопления эти состоят преимущественно из молодых особей. В целом не характерен для биоценоза *C. gallina*, хотя и присутствует в нем. Полностью избегает биоценоз *M. phaseolinus*.

P. petalina наиболее характерен для разрушенных участков *A. aspersa* и *M. adriaticus*. Снижает свою роль на разрушенных участках биоценозов *C. gallina* и *M. galloprovincialis*. Полностью избегает биоценоз *M. phaseolinus*.

S. subtruncata характерен для биоценоза *C. gallina*, а также для разрушенных биоценозов *A. aspersa* и *M. adriaticus*. В целом для биоценоза *M. galloprovincialis* не характерен, но после заиления может образовывать локальные скопления в его верхней части. Полностью избегает биоценоз *M. phaseolinus*.

S. kirchbergi характерна для биоценозов *M. galloprovincialis* и *M. phaseolinus*. Изредка встречается в нижней части биоценоза *M. adriaticus*. После заиления роль этого вида резко снижается, а из биоценоза *M. adriaticus* он полностью исчезает. Не встречается в биоценозах *A. aspersa* и *C. gallina*.

T. stroemi биоценоз образующий вид. Характерен для биоценоза *M. adriaticus*, но его поселения там крайне неустойчивые, а после заиления он очень сильно снижает свою численность. Его роль также уменьшается при заилении биоценоза *M. galloprovincialis*, но в нижней его части он образует скопления, отличающиеся достаточно высокой численностью. Характерен для разрушенного биоценоза *M. phaseolinus*, где образует устойчивые поселения. Следует заметить, что массовое заселение *T. stroemi* биоценоза *M. phaseolinus* происходит через год после заиления. Повышается также его роль и при заилении биоценоза *A. aspersa*. Биоценоз *C. gallina* этот вид избегает.

T. reticulata характерна для биоценозов *A. aspersa* и *C. gallina*. Но ее роль после заиления этих биоценозов снижается, хотя в биоценозе *C. gallina* этот вид и далее продолжает играть значительную роль. Для биоценоза *M. adriaticus* как до, так и после заиления этот вид можно считать индифферентным. Для биоценоза *M. galloprovincialis* он в целом не характерен, а после заиления вообще становится чуждым видом. Избегает также и биоценоз *M. phaseolinus*.

По устойчивости к заилению все массовые виды, входящие в биоценозы, можно разделить на три группы.

К первой группе относятся виды, плохо переносящие заиление. Это наиболее многочисленная группа. К ней можно отнести всех губок. Кроме того, в нее входят: моллюски – *A. renieri*, *A. gracilis*, *C. gallina*, *G. minima*, *M. adriaticus*, *M. phaseolinus*, *M. galloprovincialis*, *P. exiguum*, *T. reticulata*, асцидия – *A. aspersa*, полихеты – *P. koreni*, *P. cultrifera*, голотурия – *S. kirchbergi*, а также усонogie раки *B. improvises*.

Ко второй группе относятся виды, индифферентные к заилению или повышающие свою численность только при небольшом заилении. К этой группе относятся: моллюски – *A. paucicostata*, *C. chinensis*, *M. lineatus*, *P. solitarius*, *P. rudis*, *P. aurea*, *P. petalina*, *S. subtruncata*, змеехвостка – *A. stepanovi*. Полихета *M. palmata* в условиях Керченского предпроливья не образует собственный биоценоз. В северо-западной части Черного моря это совершенно обычный вид, образующий собственный биоценоз на заиленных участках [12].

К третьей группе относятся виды, повышающие свою численность после заиления. В нее входят лишь 3 вида полихет: *N. hombergii*, *N. longicornis* и *T. stroemi*.

Роль этих групп в исходных биоценозах и образовавшихся из них сообществ была различной (рис. 4).

В исходных биоценозах большая часть видового богатства и численности приходится на первую группу. На ее долю приходилось от 20 до 47 % видового богатства и от 49 до 80 % численности, в биоценозе *M. phaseolinus* – до 35 % видового богатства и до 98 % численности. Доля видов, относящихся ко второй группе, была намного меньше от 13 до 21 % в видовом богатстве и от 14 до 40 % в численности. В биоценозе *M. phaseolinus* до 13 % видового богатства и до 1 % численности. Роль третьей группы была еще меньше. Ее доля в видовом богатстве в зависимости от биоценоза колебалась от 4 до 11 %, а в численности от 1 до 13 %. В биоценозе *M. phaseolinus* до 7 % видового богатства и около 1 % численности. Остальные виды не играли большой роли в численности биоценозов, где их доля колебалась от 3 до 10 %, а в биоценозе *M. phaseolinus* – менее 0,5 %.

Однако при этом они играли важную роль в видовом богатстве. На их долю в нем в зависимости от биоценоза приходилось от 21 до 63 %, а в биоценозе *M. phaseolinus* 44 %.

Во вновь образовавшихся сообществах доля первой группы в видовом богатстве колебалась от 23 до 31 %, а в численности от 28 до 33 %. При этом ее доля в общей численности в среднем уменьшилась с 68 до 32 %. На долю второй группы приходится от 23 до 25 % видового богатства и от 49 до 59 % численности сообщества. В целом доля этой группы увеличивается с 15 до 24 % в видовом богатстве и с 20 до 57 % в численности. На долю третьей группы приходилось от 10 до 19 % видового богатства и от 5 до 14 % численности. После заиления ее доля в видовом богатстве сообществ изменялась от 5 до 13 %, а в общей численности – 6 %. На долю остальных видов приходилось от 25 до 45 % видового богатства и от 3 до 9 % численности вновь образовавшихся сообществ. Их доля в видовом богатстве уменьшилась с 54 до 35 %, но в численности осталась практически на прежнем уровне.

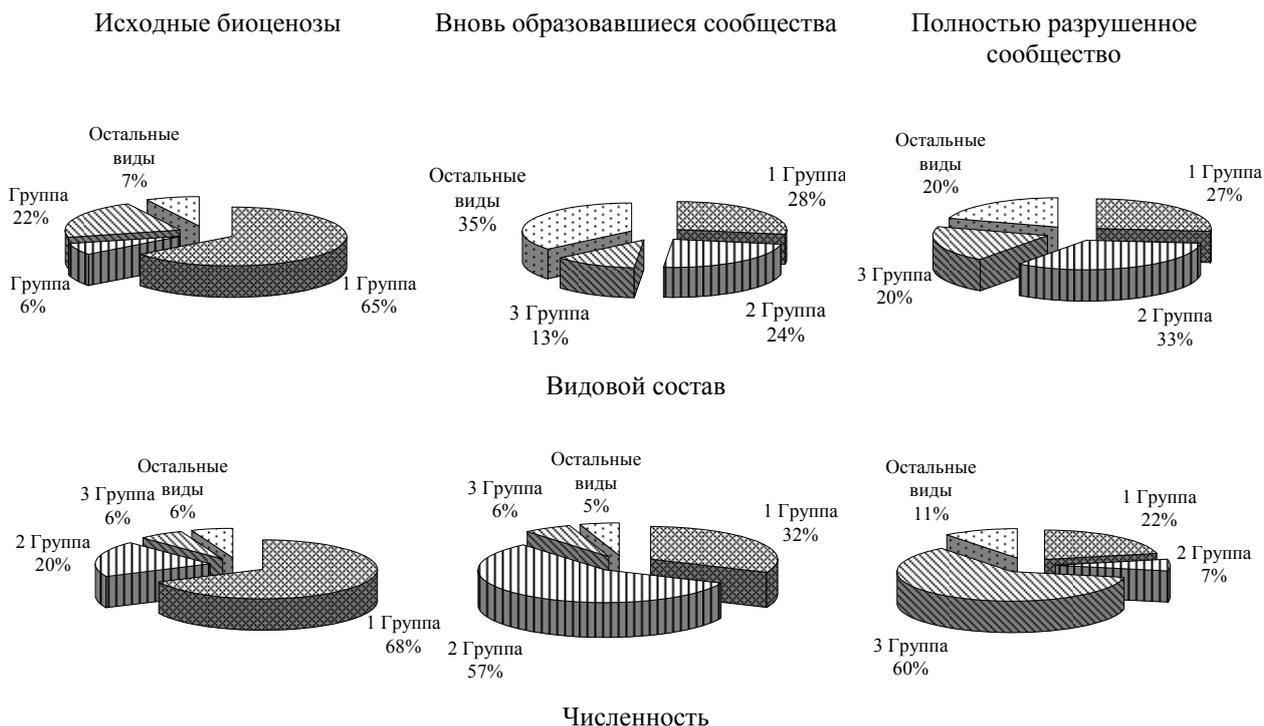


Рис. 4. Доля групп животных, по-разному реагирующих на заиление в исходных биоценозах и образовавшихся после заиления сообществах в Керченском предпроливье Черного моря

Соотношение видов, относящихся к первой, второй или третьей группе, в исходных биоценозах в среднем по видовому богатству было 5:3:1, по численности – 11:3:1. Во вновь образовавшихся сообществах оно было уже по видовому богатству 2:2:1, по численности 5:9:1, а на наиболее разрушенных участках соответственно 1:2:1 и 3:1:9.

При заилении биоценоз *M. phaseolinus* трансформировался в биоценоз *T. stroemi*. В результате чего доля видов, относящихся к первой группе, уменьшилась до 15 % по видовому богатству и до 2 % по численности. Доля животных, входивших во вторую группу, по видовому богатству осталась практически на том же уровне, но по численности увеличилась до 10 %. Доля видов третьей группы выросла по видовому богатству до 11 %, а по численности до 80 %. Доля прочих видов была наиболее значимой – 9 % видового разнообразия. После заиления они стали играть заметную роль и в численности, где их доля увеличилась до 8 %. Соотношение видов, входящих в три группы, стало по видовому богатству 1,3:1,3:1, по численности – 1:4:32. Такое соотношение сходно с соотношением этих же групп на наиболее разрушенных участках других биоценозов. В обоих сообществах роль доминантного вида была очень большой, при этом оба доминанта играли решающую роль в численности первой и третьей группы животных.

ВЫВОДЫ

1. В конце 80-х начале 90-х годов Керченское предпроливье Черного моря подверглось сильному антропогенному заилению. Площадь, занимаемая илами, увеличилась в 11 раз. В результате площадь большинства биоценозов, за исключением биоценоза *T. stroemi*, сократилась почти в 2 раза.

2. Биоценозы мидии и *M. phaseolinus* на большей части своей акватории трансформировались в биоценоз *T. stroemi*.

3. Во всех заиленных биоценозах наблюдалось сокращение видового богатства и численности, в основном из-за снижения численности доминантных видов.

4. По отношению к заилению массовые виды разделились на 3 группы. К первой относятся виды, плохо переносящие заиление. Это все губки, а также *A. renieri*, *A. gracilis*, *A. aspersa*,

B. improvisus, *C. galina*, *G. minima*, *M. adriaticus*, *M. phaseolinus*, *M. galloprovincialis*, *P. exiguum*, *P. koreni*, *P. cultrifera*, *S. kirchbergi*, *T. reticulata*. Во вторую группу входят индифферентные к заилению или повышающие свою численность только при небольшом заилении отдельных биоценозов виды. Это *A. paucicostata*, *A. stepanovi*, *C. chinensis*, *M. palmata*, *M. lineatus*, *P. solitarius*, *P. rudis*, *P. aurea*, *P. petalina*, *S. subtruncata*. К третьей группе относились виды увеличивающие свою численность после заиления. Это *N. hombergii*, *N. longicornis* и *T. stroemi*.

5. В исходных биоценозах главную роль играют виды, относящиеся к первой группе. Во вновь образовавшихся сообществах увеличивается доля второй группы, а на наиболее разрушенных участках – третьей.

Список литературы

1. Арнольди Л. В. Материалы по количественному изучению зообентоса в Черном море / Л. В. Арнольди // Тр. Зоологического института. – 1941. – Т. 7, вып. 2. – С. 94–113.
2. Базелян В. Л. Общая характеристика влияния дампинга на гидробионты / В. Л. Базелян, Ю. И. Касилов, Г. Ю. Коломийченко // Экологічні проблеми Чорного моря (сб. научн. раб.). – Одесса: ОЦНТЕІ, 2001. – С. 23–28.
3. Болтачев А. Р. Состояние тралового промысла и последствия его воздействия на донные биоценозы Черноморского шельфа Крыма / А. Р. Болтачев // Подводные технологии и мир океана. – 2006. – № 3. – С. 22–31.
4. Боровская Р. В. Результаты океанографических и рыбохозяйственных исследований Черного и Азовского морей на базе спутниковой информации: автореферат дис. на соискание уч. степени канд. геогр. Наук / Р. В. Боровская; Морской гидрофизический ин-т НАН Украины. – Керчь, 2006. 22 с.
5. Воробьев В. П. Бентос Азовского моря / В. П. Воробьев // Тр. АзЧерНИРО, Вып. 13, Симферополь: Крымиздат, 1949. – 193 с.
6. Ермаков Л. Н. Количественная оценка верности местообитанию / Л. Н. Ермаков, В. М. Ефимов, Ю. К. Галактионов, В. Е. Сергеев // Экология, № 3, – 1978. – С. 105–107.
7. Зайцев Ю. П. Влияние донного тралового промысла на экосистему черноморского шельфа / Ю. П. Зайцев, О. Е. Фесюнов, И. А. Синегуб // Доклады АН Украины, № 3, – 1992. – С. 156–158.
8. Замбриборщ Ф. С. Последствия концентрированного свала рыхлых грунтов в море на донные биоценозы / Ф. С. Замбриборщ // Дноуглубительные работы и проблемы охраны рыбных запасов и окружающей среды рыбохозяйственных водоемов, Астрахань. – 1984. – С. 49–51.
9. Зарабиева Т. С. Агаева В. Р. Влияние дноуглубительных работ и дампинга на экосистему Южного Каспия / Т. С. Зарабиева, В. Р. Агаева // Сб. Морские гидробиологические исследования, М.: ВНИРО, – 2000. – С. 145–146.
10. Зенкевич Л. А. Биология морей СССР / Л. А. Зенкевич – М.: АН СССР, 1963. – 739 с.
11. Золотарев П. Н. Донные биоценозы Керченского предпроливья / П. Н. Золотарев // Аннотированный список докладов всесоюзной научной конференции молодых ученых-комсомольцев «Вклад молодых ученых-комсомольцев в решение современных проблем океанологии и гидробиологии», – Севастополь, – 1987. – С. 26.
12. Золотарев П. Н. Структура биоценозов бентали северо-западной части Черного моря, и ее трансформация под воздействием антропогенных факторов: автореферат дис. на соискание уч. степени канд. биол. Наук / П. Н. Золотарев; Ин-т биол. южных морей НАН Украины. – Севастополь, – 1994. – 21 с.
13. Киселева М. И. Бентос рыхлых грунтов Черного моря / М. И. Киселева – К.: Наукова думка, – 1981. – 165 с.
14. Мокеева М. П. Влияние сбросов различных отходов в морскую среду на гидробионтов / М. П. Мокеева // Тр. ГОИН, Вып. 167, – 1983. – С. 23–33.
15. Мокеева М. П. Некоторые итоги результатов влияния сбросов грунта на биоту в южных морях СССР / Мокеева М. П. // Материалы III съезда советских океанологов. Тезисы докладов. Сер. Биология океана, Ч. II, Ленинград, – 1987. – С. 154–155.
16. Николаенко Т. В. Бентос Керченского предпроливья / Т. В. Николаенко, А. С. Повчун // Экология моря. – Вып. 44, – 1993. – С. 46–50.
17. Определитель фауны Черного и Азовского морей / [отв. ред. Мордухай-Болтовской Ф.Д.] – К.: Наукова думка. – 1968. – Т. 1. – 437 с.; 1969. – Т. 2. – 536 с.; 1972. – Т. 3. – 340 с.
18. Самышев Э. З. Изменчивость в структуре бентоса Черного моря в условиях антропогенного воздействия / Э. З. Самышев, И. Г. Рубинштейн, П. Н. Золотарев, Н. М. Литвиненко // Антропогенное воздействие на прибрежно-морские экосистемы. Сборник научных трудов. М.: ВНИРО, – 1986. – С. 52–71.
19. Солдатова Т. Ю. Влияние отвала грунта на донную фауну прибрежной зоны Крыма / Т. Ю. Солдатова // Дноуглубительные работы и проблемы охраны рыбных запасов и окружающей среды рыбохозяйственных водоемов, Астрахань, – 1984. – С. 117–118.
20. Eltringham S. K. Life in Mud and Sand. / S. K. Eltringham – London: The English Universities Press Ltd., – 1971. – 218 p.
21. Kon-Kee Liu at all Fluxes of Nutrients and Selected Organic Pollutants Carried by Rivers / Kon-Kee Liu at al. // Watersheds, Bays, and Bounded Seas: The Science and Management of Semi-Enclosed Marine Systems. – Washington Covelo. – London: Islandpress, – 2008. – P. 141–167.
22. Warwick R. M. Ruswahyuni Detection of pollution effects on marine macrobenthos: further evaluation of the species abundance/biomass method. / R. M. Warwick, T. H. Pearson // Marine Biology, 95, – 1987. – P. 193–200.

Терентьев О. С. Реакция массовых видов зообентоса на замуление Керченской передпролки Чорного моря // Экосистемы, их оптимизация та охорона. Симферополь: ТНУ, 2014. Вип. 11. С. 235–246.

Замулення акваторії Керченської передпролки Чорного моря через дію донного тралового промислу та скидання ґрунтів призвело до зруйнування донних біоценозів району. Винятком був, характерний для мулу біоценоз *Terebellides stroemi*, що збільшив свою площу за рахунок біоценозів *Mytilus galloprovincialis* та *Modiolus phaseolinus*. Зменшення чисельності зообентосу відбулося багато в чому за рахунок зниження чисельності доміантних видів. Виділено 3 групи донних тварин: які погано переносять замулення, індіферентні до замулення, які збільшують свою чисельність після замулення. У початкових біоценозах головну роль відіграють види, що відносяться до першої групи. У угрупованнях, що знову утворилися, збільшується доля другої групи, а на найбільш зруйнованих ділянках – третьої. Найбільш стійкі до замулення поліхети *Nephtys hombergii*, *N. longicornis* та *T. stroemi*. Цілком не переносять замулення губки.

Ключові слова: антропогенна дія, біоценоз, замулення, бентос, Чорне море.

Terentyev A. S. The reaction of mass species of zoobenthos on the siltation in Kerch pre-strait of the Black Sea // Optimization and Protection of Ecosystems. Simferopol: TNU, 2014. Iss. 11. P. 235–246.

The siltation of the water area of Kerch pre-strait of the Black Sea due to the effects of ground trawling trade and dumping led to the destruction of ground biocoenosis of the district. The exclusion was the typical for the silt biocoenosis *Terebellides stroemi*, which increased its area by biocoenosis *Mytilus galloprovincialis* and *Modiolus phaseolinus*. Decrease of the number zoobenthos occurred in many respects due to decline of dominant types. There were allocated 3 groups of ground animals: badly standing the siltation, indifferent to the siltation, increasing the number after the siltation. The main role in the initial biocoenosis is assigned to types, relating to the first group. The share of the second group increases in the newly formed communities, the third – in more destroyed areas. *Nephtys hombergii*, *N. longicornis* and *T. stroemi* are the most resistant to the silting. Sponges don't tolerate siltation absolutely.

Key words: anthropogenic impact, biocoenosis, the siltation, benthos, The Black Sea.

Поступила в редакцію 22.03.2014 г.