

ВЛИЯНИЕ ЗАИЛЕНИЯ ДНА НА ПЛОЩАДЬ БИОЦЕНОЗОВ КЕРЧЕНСКОГО ПРЕДПРОЛИВЬЯ ЧЕРНОГО МОРЯ

А.С. Терентьев

Южный научно-исследовательский
институт рыбного хозяйства
и океанографии (ЮгНИРО)
г. Керчь, ул. Свердлова, 2
E-mail: iskander65@bk.ru

В статье говорится об антропогенном заилении Керченского предпроливья Черного моря. Указываются основные источники заиления. Дается оценка влияния заиления на изменение площадей донных биоценозов. Рассматривается изменение видового богатства, плотности видов, численности и биомассы биоценозов после заиления. Приводятся данные о формировании сообществ *Spisula subtruncata* и *Pitar rudis* на месте заиленных биоценозов, а также сукцессия биоценоза *Modiolus phaseolinus* и глубоководной части биоценоза *Mytilus galloprovincialis* в биоценоз *Terebellides stroëmi*.

Введение. В последние десятилетия наблюдается сильный антропогенный прессинг на морские экосистемы. В частности Керченское предпроливье Черного моря подверглось сильному антропогенному заилению. В настоящее время известно два основных фактора, приводящих к заилению бентали Черного моря – донный траловый промысел [1, 8 – 10] и дампинг грунта [3, 10 – 12, 15]. Керченское предпроливье испытывает влияние обоих факторов. Хотя к настоящему времени донный траловый промысел запрещен, но по-прежнему производится дампинг грунта. На обследованной акватории имеются несколько закрытых и ныне действующая свалки грунта.

Материал и методика. В настоящей работе были использованы материалы ЮгНИРО, собранные в 5 экспедициях, проводившихся в 1986 – 90 годах. Бентосные пробы отбирались дночерпателем “Океан”, площадью охвата 0,25 м², на глубинах от 10 до 100 м. В течение всего периода исследований выполнено 340 станций на площади 5,3 тыс. км².

Таксономическая обработка проб велась по определителю фауны Черного и Азовского морей [13]. Учитывались численность и биомасса каждого вида.

Биоценозы выделялись по видам, имеющим наибольшую биомассу [2].

Степень влияния заиления на площадь, занимаемую биоценозами, оценивалась с помощью дисперсионного анализа [6, 7].

В основу классификации грунтов была положена схема, предложенная Элриггом [14].

Результаты и обсуждения. На акватории Керченского пролива Черного моря выявлено 8 типов грунтов: песок, илистый песок, песчанистый ил, ракуша, песчанистая ракуша, заиленная ракуша, фазеолиновый ил и ил. В период проведения работ наблюдалась сильная пространственная динамика грунтов (рис. 1).

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. В период с 1986 по 1990 год ежегодно осуществлялось около 10 тыс. донных тралений (данные городского архива).

В итоге площадь, занимаемая илами, возросла в 11 раз – 0,156 тыс. км² до 1,696 тыс. км². В илы трансформировались в основном заиленная ракуша и фазеолиновый ил. Наиболее сильное заиление наблюдалось с 1989 по 1990г. Площадь, занимаемая другими типами грунтов, изменилась слабо. В большей мере заилению подверглась глубоководная часть предпроливья.

Наиболее сильно заилились участки дна на глубинах от 40 до 85 м (рис. 2).

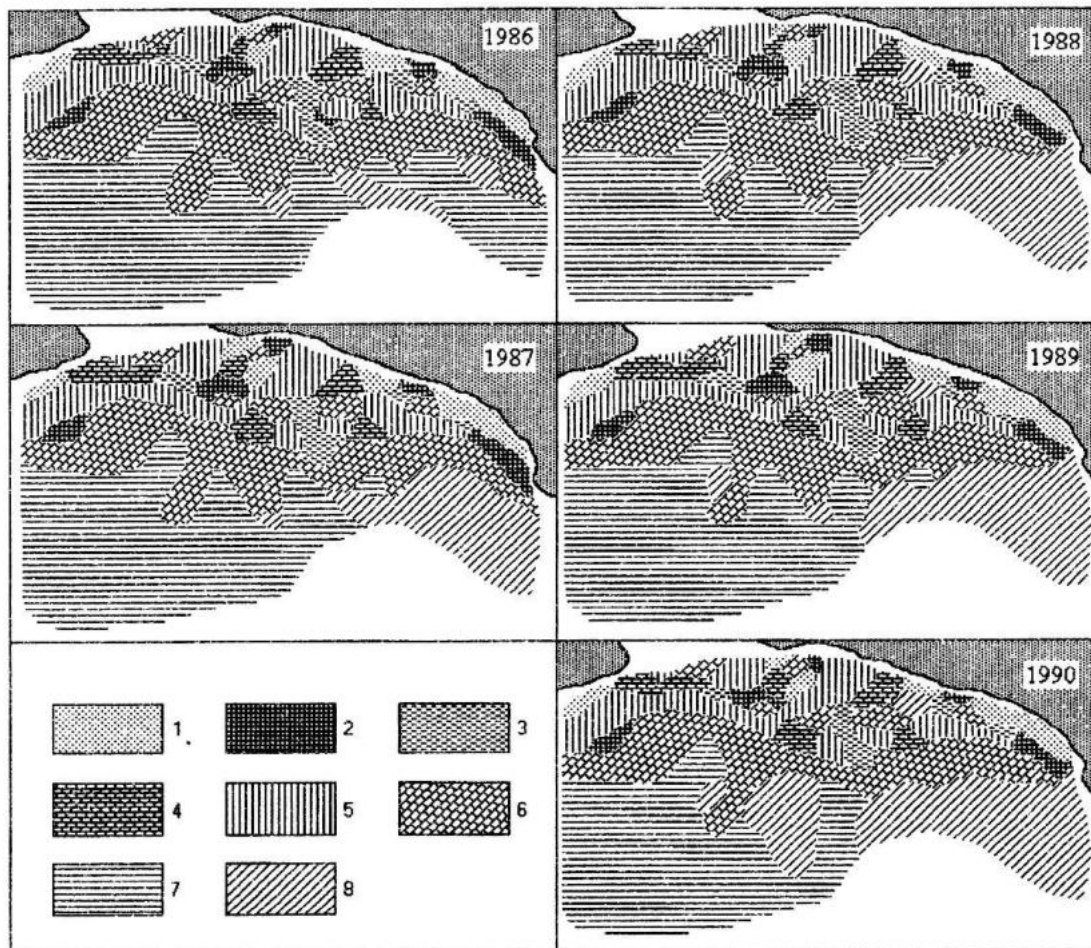
Наибольшая площадь, занятая илами, наблюдалась на глубинах 40 – 50 м и 70 – 80 м.

В Керченском предпроливье было выделено 6 биоценозов: *Ascidiaella aspersa*, *Chamelea gallina*, *Modiolus adriaticus*, *Mytilus galloprovincialis*, *Modiolus phaseolinus*, *Terebellides stroëmi*. Последний является достаточно

новым образованием. Так он не упоминается в работе М.И. Киселевой, посвященной сообществам рыхлых грунтов северной части Черного моря [5]. Для Керченского предпролива он не упоминается также в более ранних работах, в

частности для этого района о нем нечего не говорит Л.А. Зенкевич [4].

В то время как наблюдалось заиление акватории, проходила сильная пространственная трансформация биоценозов (рис. 3).



Р и с. 1. Грунты Керченского предпролива Черного моря. Условные обозначения: 1 – Песок, 2 – Песчанистый ил, 3 – Илистый песок, 4 – Ракуша, 5 – Песчанистая ракуша, 6 – Заиленная ракуша, 7 – Фазеолиновый ил, 8 – Ил

В 1986 г. прибрежную полосу занимал биоценоз *C. gallina*. На границе с Керченским проливом выделен биоценоз *A. aspersa*, глубже располагались биоценозы *M. adriaticus*, *M. galloprovincialis* и *M. phaseolinus*. Биоценоз *T. stroëmi* занимал небольшие участки в самой глубоководной части исследуемой акватории.

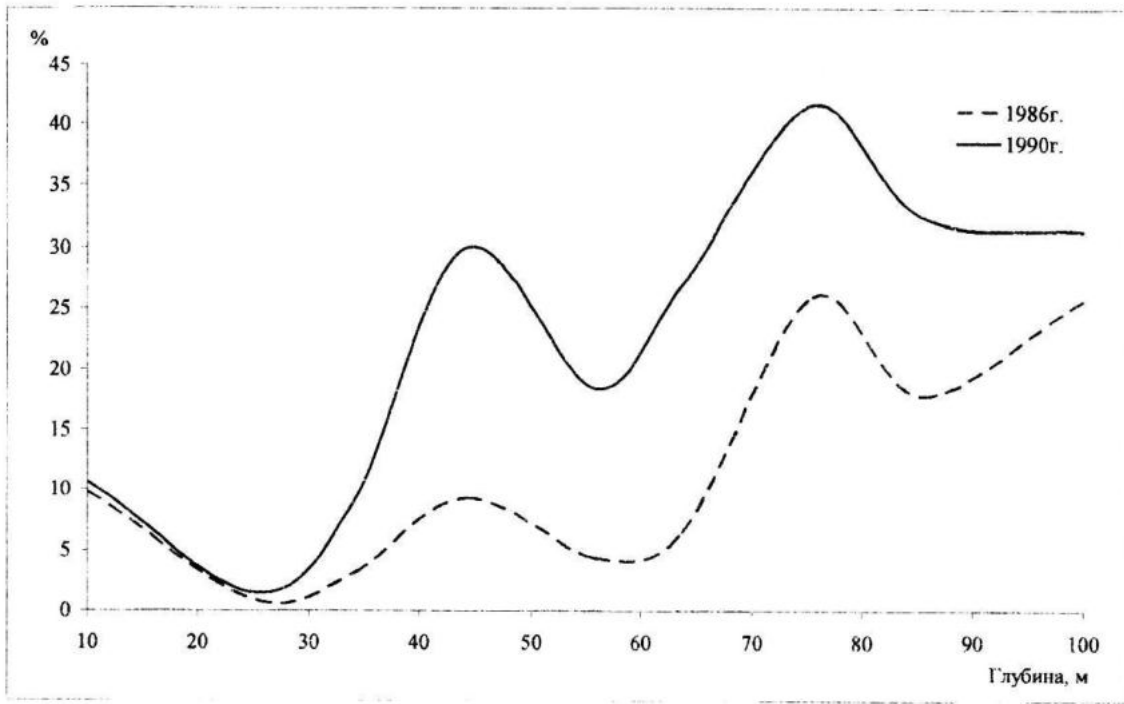
В 1987 г. картина сильно изменилась. Исчез биоценоз *A. aspersa*. В восточной части почти в три раза увеличилась площадь биоценоза *T. stroëmi*. Некогда сплошной биоценоз *M. galloprovincialis* оказался разорванным.

В 1988 г. на участках против пролива и возле г. Анапы разрушились биоцено-

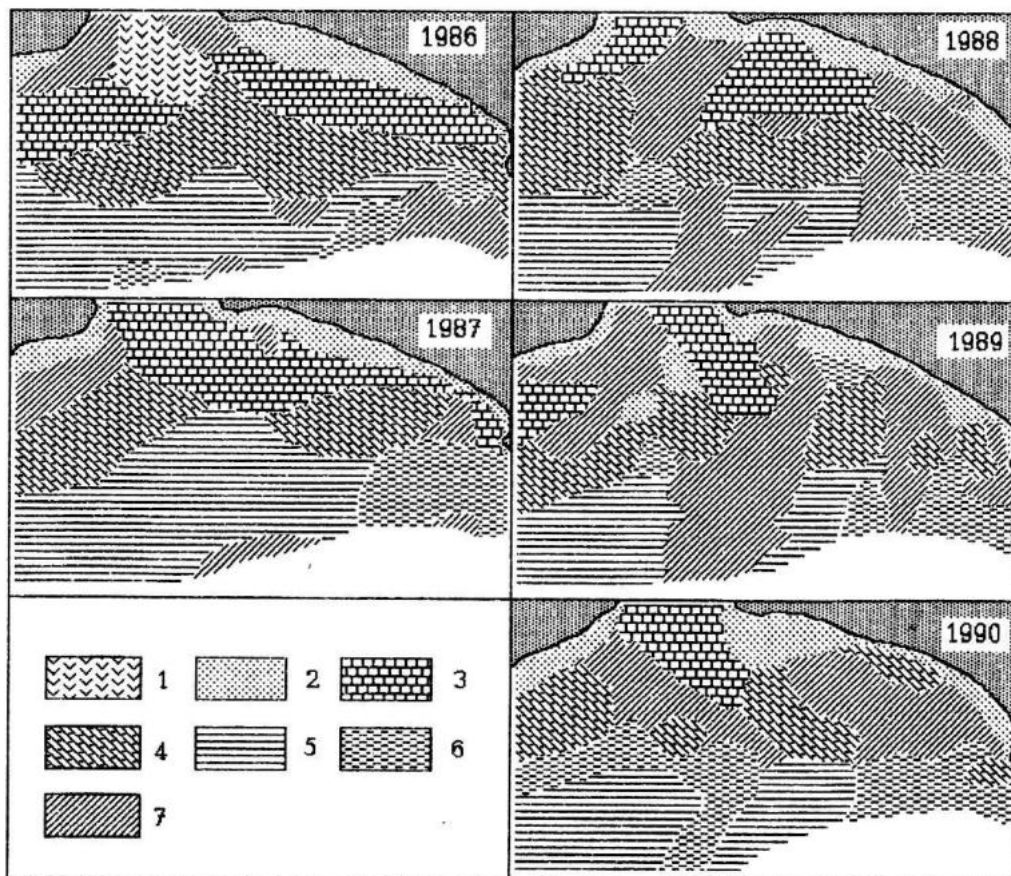
зы *M. adriaticus* и *M. galloprovincialis*. Подвергся сильному разрушению и дроблению биоценоз *M. phaseolinus*.

В 1989 г. 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 г. отмечалось дальнейшее разрушение биоценозов *M. adriaticus*, *M. galloprovincialis* и *M. phaseolinus*. Обращает на себя внимание то, что остатки этих трех биоценозов разделяют изучаемую акваторию на две части.



Р и с. 2. Доля илов на разных глубинах в Керченском предпроливье Черного моря



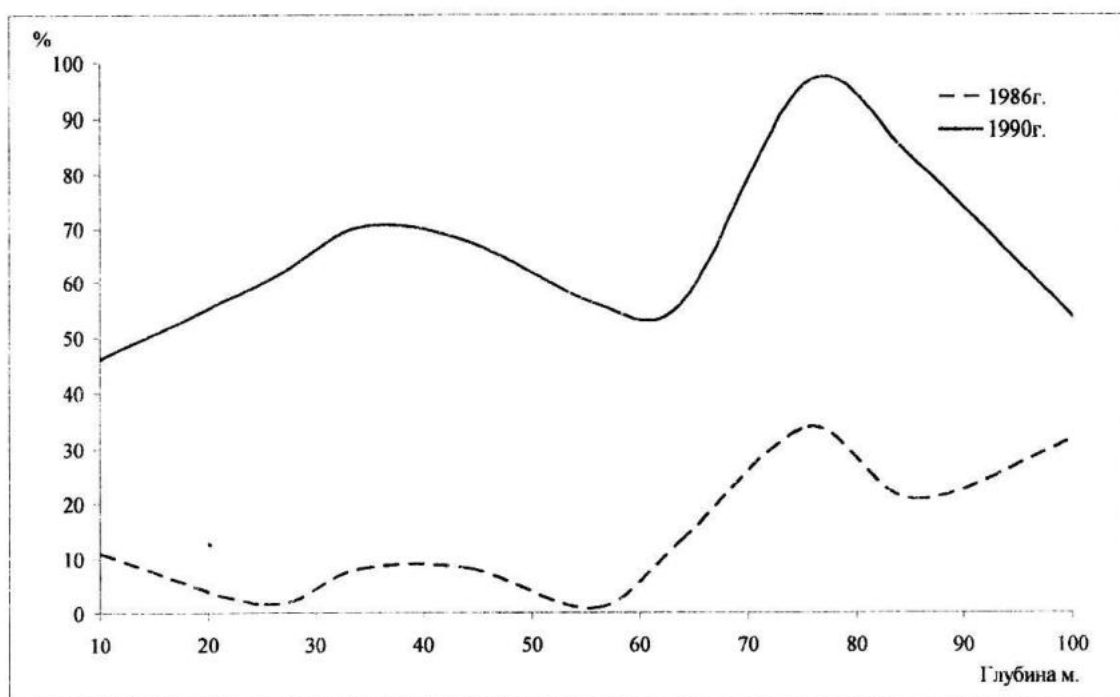
Р и с. 3. Биоценозы Керченского предпроливья Черного моря. Условные обозначения: 1 – *A. aspersa*, 2 – *C. gallina*, 3 – *M. adriaticus*, 4 – *M. galloprovincialis*, 5 – *M. phaseolimus*, 6 – *T. stroemi*, 7 – прочие сообщества

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. stroëmi*.

Таким образом, площадь, занимаемая всеми биоценозами, за исключением биоценоза *T. stroëmi*, сократилась в 1,8 раза с 4,399 тыс. км² до 2,491 тыс. км². Площадь биоценоза *T. stroëmi* наоборот

возросла в 5,9 раза, увеличиваясь в среднем на 43 % в год, с 0,265 тыс. км² до 1,537 тыс. км². Биоценоз *T. stroëmi* увеличивал свою площадь на глубинах более 40 м. Последний развивался на заиленных грунтах, поэтому его можно рассматривать совместно с разрушенными биоценозами.

На глубинах от 20 до 90 м разрушенные биоценозы занимали более 50 % площади дна (рис. 4).



Р и с. 4. Доля разрушенных биоценозов совместно с биоценозом *Terebellides* на разных глубинах в Керченском предпроливье Черного моря

Наибольшая площадь, занятая илами, наблюдалась на глубинах 74 – 83 м, где было заилено более 90 % площади дна.

Сопоставляя между собой пространственные динамики заиления и трансформации биоценозов, видим достаточно сильное совпадение этих процессов как в пространстве, так и во времени. На заиленных участках наблюдается разрушение биоценозов. Сплошные ареалы биоценозов фрагментируются. Расширяется площадь биоценоза *T. stroëmi*.

Как показывают расчеты, сокращение площади биоценозов на 40 – 48 % определяется заилением акватории. Однако на разных глубинах степень влияния заиления на изменение площади

разрушенных биоценозов не одинакова. Наиболее сильно оно сказывается на глубинах 40 – 60 м и 70 – 90 м. В целом наблюдается тенденция увеличения влияния заиления дна на рост разрушенных участков биоценозов. В среднем с увеличением глубины на один метр степень влияния заиления на динамику площади разрушенных биоценозов увеличивается в среднем на 0,49 %.

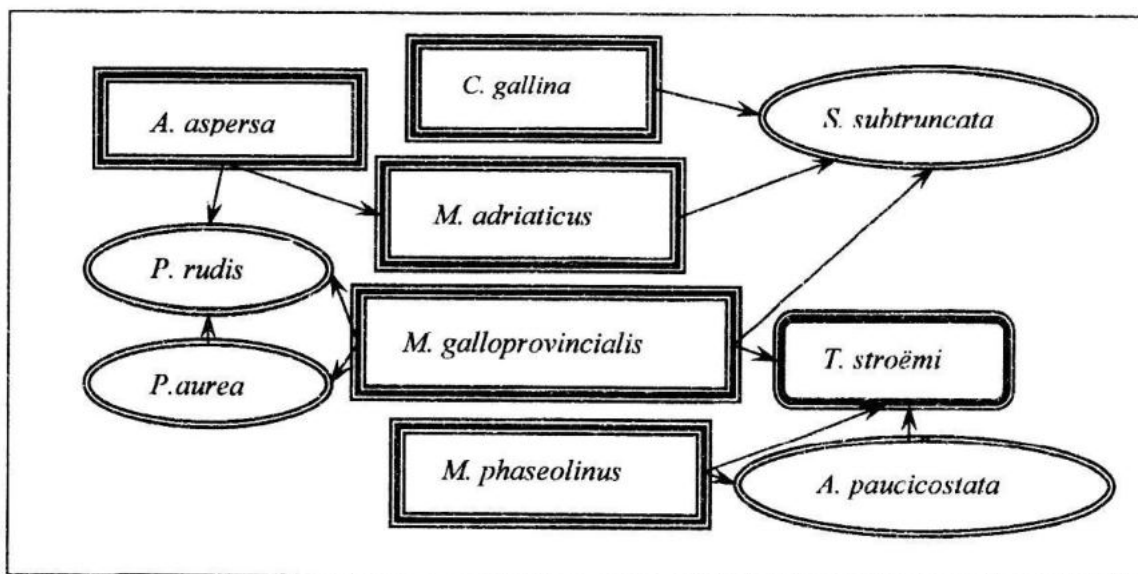
Наиболее сильное влияние заиления на динамику площади биоценоза *T. stroëmi* наблюдалось на глубинах 60 – 70 м и более 80. Рост площади этого биоценоза, как показывают расчеты, на 57 – 64 % объясняется заилением грунта.

Наиболее сильному заилению были подвержены площади, занимаемые биоценозами *M. galloprovincialis* и *M. phaseolinus*. Между изменением площадей биоценозов *M. phaseolinus* и *T. stroëmi* существует тесная связь (коэффициент корреляции равен $-0,76 \pm 0,18$). Фактически здесь происходит сукцессия биоценоза *M. phaseolinus* в биоценоз *T. stroëmi*. Этот биоценоз образовывался также при заилении нижней части биоценоза *M. galloprovincialis*.

Верхняя часть обследованной акватории была заилена в меньшей степени.

И разрушение располагавшихся здесь биоценозов имеет другие причины. Таковыми могут быть механическое разрушение дна при тралении, влияние г. Анапы, сток из Керченского пролива. Последним фактором, по всей видимости, объясняется разрушение биоценоза *A. aspersa*.

Сукцессия, вызванная заилением биоценозов, приводит к образованию сообществ: *Acanthocardia paucicostata*, *Pitar rudis*, *Polititapes aurea* и *Spisula subtruncata* (рис. 5).



Р и с. 5. Пути трансформации донных биоценозов при заилении Керченского предпроливья Черного моря

Так биоценоз *A. aspersa* трансформировался в сообщество *P. rudis*, а часть в биоценоз *M. adriaticus*. Биоценоз *C. gallina* при заилении переходит в сообщество *S. subtruncata*. Это же сообщество образуется и при заилении биоценоза *M. adriaticus*. Однако следует заметить, что оно не располагалось на траверзе пролива, и в его формировании никоим образом не принимал участие биоценоз *A. aspersa*. Биоценоз *M. galloprovincialis* в верхней своей части также трансформируется в сообщество *S. subtruncata*. В нижней его части происходит сукцессия в биоценоз *T. stroëmi*. Биоценоз *M. galloprovincialis* трансформируется также в сообщество *P. rudis*. Это может происходить или непосредственно после заиления, а в отдельных случаях образуется временное, неустойчивое сообщество *P. aurea*, быстро пере-

ходящее в сообщество *P. rudis*. В образовании этого сообщества участвует также биоценоз *M. adriaticus*. При заилении биоценоза *M. phaseolinus* формируется биоценоз *T. stroëmi*. Однако при очень сильном заилении образуется временное сообщество *A. paucicostata*, которое затем трансформируется в биоценоз *T. stroëmi*.

Конечным результатом сукцессии разрушенных в результате заиления донных биоценозов является образования сообществ *P. rudis*, *S. subtruncata* и расширение площади биоценоза *T. stroëmi*.

Все вновь образовавшиеся сообщества, по сравнению с исходными биоценозами, отличаются более низкими значениями видового богатства, плотности видов, численности и биомассы (табл. 1).

Сравнительные характеристики исходных биоценозов и сообществ, образовавшихся в результате их разрушения

Биоценоз	Сообщество	Видовое богатство	Плотность видов, вид/м ²	Численность, экз./м ²	Биомасса, г/м ²
<i>A. aspersa</i>	Исходный биоценоз	19	11,3±0,9	195,0± 36,0	376,00± 47,00
	Биоценоз <i>M. adriaticus</i>	16	12,0±3,7	160,0± 64,0	99,00± 55,00
	Сообщество <i>P. rudis</i>	7	4,5±0,5	36,0± 12,0	17,00± 11,00
<i>C. gallina</i>	Исходный биоценоз	43	7,1±0,9	418,0± 82,0	220,00± 34,00
	Сообщество <i>S. subtruncata</i>	12	6,0±1,5	52,0± 11,0	31,90± 5,50
<i>M. adriaticus</i>	Исходный биоценоз	70	13,2±1,0	358,0± 34,0	420,00± 59,00
	Сообщество <i>P. rudis</i>	26	12,8±3,8	1030,0±550,0	260,00±140,00
	Сообщество <i>S. subtruncata</i>	16	7,4±1,4	200,0±100,0	88,00± 27,00
<i>M. galloprovincialis</i>	Исходный биоценоз	80	9,8±0,8	337,0± 36,0	650,00±100,00
	Биоценоз <i>T. stroëmi</i>	7	2,4±0,9	30,0± 13,0	4,90± 1,80
	Сообщество <i>P. rudis</i>	14	7,3±1,4	80,0± 34,0	30,90± 8,60
	Сообщество <i>P. aurea</i>	11	7,5±0,9	90,0± 50,0	48,00± 23,00
	Сообщество <i>S. subtruncata</i>	15	7,2±1,4	59,0± 12,0	27,00± 12,00
<i>M. phaseolinus</i>	Исходный биоценоз	45	4,2±0,3	1210,0±250,0	126,00± 28,00
	Биоценоз <i>T. stroëmi</i>	24	3,0±0,2	72,6± 8,7	5,60± 0,87
	Сообщество <i>A. paucicostata</i>	6	2,8±1,1	23,0± 14,0	6,60± 8,60

Некоторым исключением является сукцессия биоценоза *M. adriaticus* в сообщество *P. rudis*. Здесь наблюдается увеличение численности зообентоса, но произошло это прежде всего из-за резкого увеличения численности осевшей молодежи доминантного вида – *P. rudis*. Данное обстоятельство в целом не нарушает общей закономерности.

Наиболее сильно при заилении биоценозов пострадали их численность и биомасса. Меньше всего пострадал биоценоз *A. aspersa* при его сукцессии в биоценоз *M. adriaticus*. В нем сохранилось 82 % первоначальной численности и 26 % от первоначальной биомассы зообентоса. Относительно неплохо сохранилась биомасса сообщества *P. rudis*, образовавшегося из биоценоза *M. adriaticus*. Здесь от первоначальной биомассы осталось 62 %. К этой группе можно добавить и трансформацию биоценоза *M. adriaticus* в сообщество *S. subtruncata*. В данном случае сохранилось 56 % численности и 21 % биомассы. В остальных случаях потери были намного большими. Так при образовании сообщества *P. rudis* из биоценоза *M. galloprovincialis* было потеряно 76 % численности и 95 % биомассы зообентоса. При образовании сообщества *S. subtruncata* из биоценоза *C. gallina*, соответственно 88 % и 86 %. Но самые большие потери численности и биомассы произошли при образовании биоценоза *T. stroëmi*. В том случае если он

происходит из биоценоза *M. phaseolinus* остается 6 % первоначальной численности и 4 % первоначальной биомассы, а если исходным был биоценоз *M. galloprovincialis*, то остается только 9 % численности и менее одного процента исходной биомассы.

Меньшими были потери видового богатства. Так при сукцессии биоценоза *A. aspersa* в биоценоз *M. adriaticus* осталось 84 % первоначального видового богатства. При трансформации биоценоза *C. gallina* в сообщество *S. subtruncata* осталось 28 % первоначального видового богатства. Более всего видовое богатство пострадало при заилении биоценоза *M. galloprovincialis*. Здесь было потеряно от 81 % видов при трансформации в сообщество *S. subtruncata* до 91 % при образовании биоценоза *T. stroëmi*.

Меньше всего подверглась влиянию заиления плотность видов. Так в биоценозе *M. adriaticus*, образовавшемся из биоценоза *A. aspersa*, и в сообществе *P. rudis*, образовавшимся из биоценоза *M. adriaticus*, плотность видов практически не изменилась. Незначительно снизилась плотность видов и при трансформации биоценоза *C. gallina* в сообщество *S. subtruncata*. Наиболее сильно плотность видов уменьшилась при образовании сообщества *P. rudis* из биоценоза *A. aspersa* и биоценоза *T. stroëmi* из биоценоза *M. galloprovincialis*. В последнем случае она уменьшилась в 4 раза.

Заключение. В 1986 – 90 гг. акватория Керченского предпроливья Черного моря подверглась заилению на площади 1,54 тыс. км². Наиболее сильное заиление наблюдалось на участках, расположенных в центральной и юго-восточной частях обследованной акватории, а также на отдельных участках северо-восточной части. Наибольшая площадь, занятая илами, наблюдалась на глубинах 40 – 50 м и 70 – 80 м. Площади, занимаемые биоценозами, за исключением биоценоза *T. stroëmi*, сократились в 1,8 раза. На разрушенных участках сформировались сообщества *S. subtruncata* и *P. rudis*. На отдельных участках образовалась антропогенная пустыня. Наиболее сильно сократились площади биоценозов *M. adriaticus*, *M. galloprovincialis*, и *M. phaseolinus*. Исчез биоценоз *A. aspersa*. Площадь биоценоза *T. stroëmi* возросла в 5,9 раза, что на 57 – 64 % объясняется заилением дна. Произошла сукцессия биоценоза *M. phaseolinus* и нижней части биоценоза *M. galloprovincialis* в биоценоз *T. stroëmi*. Сокращение площадей биоценозов на 40 – 48 % определяется заилением акватории. При этом имелась тенденция увеличения степени влияния заиления на динамику площади разрушенных биоценозов с увеличением глубины. Главными причинами заиления являются донный траловый промысел и дампинг грунта. Другими причинами разрушения биоценозов могут быть механическое разрушение дна при тралении, влияние г. Анапы, сток из Керченского пролива.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Болтачев А.Р. Состояние тралового промысла и последствия его воздействия на донные биоценозы Черноморского шельфа Крыма // Подводные технологии и мир океана, № 3, 2006. – С. 22 – 31.
2. Воробьев В.П. Бентос Азовского моря // Тр. АзЧерНИРО, Вып. 13, "Крымиздат", 1949. – 193 с.
3. Зарабиева Т.С., Агаева В.Р. Влияние дноуглубительных работ и дампинга на экосистему Южного Каспия / Сб. Морские гидробиологические исследования. – М.: ВНИРО, 2000. – С. 145 – 146.
4. Зенкевич Л.А. Биология морей СССР. – М.: Изд. АН СССР, 1963. – 739 с.
5. Киселева М.И. Бентос рыхлых грунтов Черного моря. – Киев: Наукова думка, 1981. – 165 с.
6. Любичев А.А. Дисперсионный анализ в биологии. – М.: Изд. МГУ, 1986. – 200 с.
7. Плохинский А.Н. Биометрия. 2-е издание. – М.: Изд. МГУ, 1970. – 368 с.
8. Рубинштейн И.Г., Золотарев П.Н., Литвиненко Н.М. Экологическое значение тралового промысла и драгирования моллюсков бентали Черного моря // Шельфы: проблемы природопользования и охраны окружающей среды / Тез. докл. 4-й Всесоюзной конференции. – Владивосток, 1982. – С. 150.
9. Самышев Э.З., Рубинштейн И.Г., Золотарев П.Н. Об отрицательном воздействии донного тралового промысла шпрота на биоценозы Черного моря или к вопросу о совершенствовании способа лова шпрота // Материалы семинара ихтиологов Азово-Черноморского бассейна. – Одесса, 1981. – С. 42 – 43.
10. Фесюнов О.Е., Дмитришин О.А., Самсонов А.И. Техногенная сидиментация на северо-западном шельфе Черного моря // Материалы Всесоюзной конференции. Ростов-на-Дону. – Москва. 1991. – С. 158 – 160.
11. Солдатова Т.Ю. Влияние отвалов грунта на донную фауну прибрежной зоны Крыма // Дноуглубительные работы и проблемы охраны рыбных запасов и окружающей среды рыбохозяйственных водоемов. – Астрахань, 1984. – С. 117 – 118.
12. Шаповалов Е.Н. Влияние дампинга на морскую среду в прибрежной зоне моря // Дноуглубительные работы и проблемы охраны рыбных запасов и окружающей среды рыбохозяйственных водоемов. – Астрахань, 1984. – С. 56 – 58.
13. Определитель фауны Черного и Азовского морей – Киев.: Наукова думка. – 1968. – Т. 1, 437 с; 1969. – Т. 2, 536 с; 1972. – Т. 3. – 340 с.
14. Eltringham S.K. Life in Mud and Sand / The English Universities Press Ltd. – London, 1971. – 218 p.
15. Warwick R.M., Pearson T.H., Ruswahauni. Detection of pollution effects on marine macrobenthos: further evaluation of the species abundance/biomass method. Marine Biology, 95, 1987. – P. 193 – 200.