

В. Е. ЗАЙКА, Н. Г. СЕРГЕЕВА

МАКРОЗООБЕНТОС НИЖНИХ ГОРИЗОНТОВ ЧЕРНОМОРСКОГО ШЕЛЬФА (ГЛУБЖЕ 40 - 50 м) ПО ДАННЫМ ПОСЛЕДНИХ СЪЕМОК XX ВЕКА

По данным бентосных съемок последнего десятилетия XX в. проведен анализ изменений границ сообщества фазеолины (*Modiolus phaseolus*). Верхняя граница сообщества в ряде районов шельфа сместилась с глубин 50 - 60 м на 41 - 50 м. Судя по многим публикациям, продолжается обеднение видового состава макробентоса, но результаты съемки на шельфе Крыма в 1999 г. показали сохранение высокого видового обилия. Обсуждается возможное влияние методов исследования.

Материалы регулярных рейсовых съемок, производившихся специалистами ИнБЮМ у открытых берегов Черного моря, показали заметное обеднение макробентоса на нижних горизонтах аэробной бентали в 1980-е годы [3 - 4], по сравнению с 1950 - 1960-ми [6]. Сравнение проводилось по достаточно представительным массивам данных. Об объеме материалов, полученных с 1979 по 1989 гг. отделом шельфа ИнБЮМ на глубинах 50 м и более, использованных в опубликованных обобщениях [3 - 4, 18 - 19], дает представление табл. 1.

Таблица 1 Количество судовых дночерпательных проб, собранных ИнБЮМ в 1979 - 1989 гг. на открытом шельфе Черного моря (по районам и глубинам)

Table 1 Quantity of grab samples obtained in IBSS in 1979 - 1989 on open shelf of the Black Sea (for different regions and depths)

Район, год	Глубина, м											
	50	60	70	80	90	100	110	125	140	150	175	200
Ялта, Судак (1979, 1980, 1982, 1986, 1988)	12	8	11	27	29	3	4	2	-	-	-	-
Туапсе (1986, 1989)	8	8	8	8	8	14	8	6	6	4	4	4
Болгария (1983, 1986, 1988, 1989)	1	32	0	5	5	2	2	-	-	2	-	-

Кроме материалов, перечисленных в табл. 1, использованы данные дночерпательных проб, взятых в Прибосфорском районе Черного моря (в 1989 г.), на 14 дночерпательных станциях, в диапазоне глубин 83 - 100 м. Сопоставление их с материалами 1950-х годов проведено в [4, 18].

Следует отметить, что в сводке 1992 г. [4] не были учтены полученные в 1988 - 1989 гг., но опубликованные позднее данные по распределению фазеолины у Болгарии и в Каламитском заливе [11], а также данные по распределению донных ракообразных вдоль берегов Анатолии [16]. Не было возможности включить в обзор и результаты обширной съемки 1989 г., охватившей разные районы моря [1]. Детальные сведения о распределении макробентоса на северо-западном шельфе до 1990 г. можно также почерпнуть в [5]. Перечисленные съемки существенно дополнили общую базу данных.

После 1989 г. и вплоть до окончания XX в. были выполнены новые съемки бентоса на открытых участках шельфа (табл. 2).

В 1990-е годы на Черном море довольно широко применялись такие пробоотборники, как бокс-корер и мульти-корер, причем для отбора не только макробентоса, но и грунта для различных анализов, в широком диапазоне глубин. Эти пробоотборники оказались особенно эффективными для количественного изучения мейобентоса [9]. Следует отметить, что пока не по всем перечисленным бентосным съемкам опубликованы полные видовые списки обнаруженных форм макробентоса. Тем не менее, материалы съемок, отраженных в табл. 2, и другие упомянутые сведения позволяют дать предварительную характеристику некоторых изменений в составе и

распределении макробентоса, в частности на нижних горизонтах шельфа, в течение последних 10 - 15 лет XX в., чему и посвящен настоящий обзор.

Таблица 2 Судовые съемки бентоса на открытом шельфе Черного моря с 1990 по 2000 гг.
Table 2 Benthic surveys on open shelf of the Black Sea (for different regions and depths)

Год съемки	Район	Число станций	Глубина (м)		Источник
			мин.	макс.	
1990	Кавказский шельф (р-н Геленджика)	65	18	98	[7]
1990	Керченское предпроливье	340	10	100	[10]
1991	Анатолийский шельф (р-н Инсболу)	5	50	190	[13]
1991-92	Крымский шельф (р-н Западного Крыма)	29	15	105	[2]
1992	Румынский шельф	5	60	250	[13]
1991-95	Румынский шельф	24	50	100	[12]
1993-94	Северо-западный шельф	8	110	190	[15]
1994	Северо-западный шельф	8	78	195	[9]
1995	Северо-западный шельф	30	8	200	[17]
1997	Северо-западный шельф	7	62	396	[14]
1999	Крымский шельф (от м. Тарханкут до Карадага)	11	22	142	[8]

Изменение границ поселений фазеолины. Как известно, в 1950-е годы верхняя граница сообщества (= биоценоза) фазеолины проходила на глубинах 50 - 60 м [6]. Название сообществу дал доминирующий вид - двустворчатый моллюск *Modiolus phaseolus*. Разумеется, границы встречаемости вида *M. phaseolus* шире границ одноименного сообщества, где этот вид доминирует. Но выше глубины 50 м эта двустворка встречалась лишь единично [6]. Так, для шельфа Болгарии спорадические находки фазеолины были известны с глубины 35 м [11].

Сообщество фазеолины характерно для глинистых илов с большой примесью створок этого вида (фазеолиновые илы). Впрочем, сообщество фазеолины встречается также на песчанистых илах [6]. С другой стороны, в поясе фазеолиновых илов располагаются заметные вкрапления (полосы и пятна) других сообществ, о которых тоже пойдет речь.

При анализе многолетних изменений в распределении сообществ в 1950 - 1980-е годы [4] было показано, что уже в 1960-е годы зона распространения фазеолины расширялась в сторону меньших глубин. Она теперь обычный вид у Кавказа и Крыма на глубинах 8 - 25 м, иногда образует на песчанистых илах большие скопления [4].

Теперь, с учетом данных 1990 - 1999 гг., можно заключить, что верхняя граница сообщества фазеолины у Болгарии осталась на глубине 63 м [11], но в других районах сместилась на меньшие глубины и проходит по изобате 55 - 60 м у Румынии [12], 45 м в северо-западном районе моря [5], 40 м у западных берегов Крыма [2], 41 - 50 м у Кавказа [1, 7].

В сообществе фазеолины у Болгарии ранее насчитывалось 55 видов макробентоса, на северо-западном шельфе то же самое сообщество имеет в своем составе 76 видов, при большем разнообразии губок и асцидий и меньшем числе моллюсков и ракообразных по сравнению с крымским и кавказским шельфом [5]. У южных берегов Крыма в сообществе фазеолины на глубинах от 60 до 125 м насчитывали суммарно 81 вид макробентоса [6], но при небольшой съемке в отдельные сезоны можно получить гораздо более низкие показатели. Например, до 1970 г. весной здесь встречали до 60 видов [6], а весной 1986 г. в Ялтинском заливе в сообществе фазеолины в поясе глубин 50 - 100 м встречено 25 видов.

Сообщество фазеолины, как видим, не является однородным по видовому составу, имеет зоны и участки с преобладанием тех или иных характерных видов, с вариациями по сезонам года. Показано, что у Ялты в 1986 г. на многих участках биомасса была сходной у *M. phaseolus* и мягкого коралла *Pachycerianthus solitarius*. На глубине 70 м располагалась полоса, в которой преобладание (по численности и

биомассе) имела полихета *Terebellides stroemi*. На глубинах 87 - 125 м по численности доминировал *M. phaseolinus*, а по биомассе резко преобладал *P. solitarius* [4].

Очевидно, что достаточно незначительных и локальных, в том числе временных, изменений условий среды, чтобы по формальным показателям доминирования на данном участке бентали, в зоне общего преобладания фазеолины было выделено самостоятельное сообщество с другим доминирующим видом. Сообщество *P. solitarius* было выделено, например, в районе Ялты [4] на глубинах 88 - 112 м. В нем по численности преобладали *P. solitarius* и *T. stroemi*, а по биомассе - первый из видов. На шельфе Болгарии сообщество *P. solitarius* выделено на глубинах 97- 110 м [1].

В сводке М.И. Киселевой в 1981 г. [6] самостоятельное сообщество *T. stroemi* еще не отмечается. Указано, что максимальное развитие вид имел на глубине 100 м. Возможно, участки с доминированием этого вида не попадали в зоны обследования. Но к концу 1980-х годов сообщество с доминированием *T. stroemi* регистрируется во многих участках моря: на черных илах в Каркинитском заливе [4], в районе Каламитского залива [2], в Ялтинском заливе [4]. На акватории, находящейся под влиянием дампинга грунтов на северо-западном шельфе, было обнаружено, что сообщество мидии сменилось сообществом *T. stroemi* [5]. Сообщество *T. stroemi* стало обычным у побережья Восточного Крыма на глубинах от 50 до 100 м [1, 4, 10].

Это - теперь уже хорошо известная реакция на заиление, сопровождающее, в частности, дампинг, донные траления, общее эвтрофирование. На примере Ялтинского залива четко показано [4], что такие антропогенные вмешательства, как выпуск хозяйственно-бытовых стоков и донные траления ведут к заилению грунтов. При этом страдают, в частности, поселения мидии и смежные с ними поселения фазеолины. То же показывают и данные по северо-западному шельфу. При увеличении содержания в грунтах пелитовых фракций, усиливается доминирование пелофилов, таких как *T. stroemi*, полихета *Melinna palmata*, моллюск *Plagiocardium simile* и др. [5].

P. simile имел на северо-западном шельфе в 1979 - 1982 гг. низкую встречаемость (менее 5 %), а в 1983 - 1989 гг. рост заиления вызвал увеличение встречаемости до 10 - 50 % [5]. *P. simile* часто обитает в сообществах мидии и фазеолины, причем снижение развития основного вида приводит к переходу доминирования к *P. simile*. Это давно показано для некоторых участков Кавказского шельфа на глубинах 40 - 52 м [6]. В 1990 г. сообщество *P. simile* на шельфе у Геленджика регистрировалось в виде пятен на глубинах от 36 до 90 м [7]. При этом, если до 1980 г. в сообществе *P. simile* регистрировали 9 видов ракообразных, то в 1990 г. - только единично встречаемый *Balanus*.

Выделение самостоятельных сообществ отражает только относительное локальное доминирование вида, но не связано с общим уровнем развития жизни в бентали. Так, в сообществе фазеолины средняя биомасса оценивалась в 59 г/м², а на глубине 80 м составляла у доминирующего вида 147 г/м² [6], тогда как возникающее в "прогалинах" полей фазеолины сообщество *T. stroemi* характеризуется в разных случаях биомассами 26 [6], 7 [4], 2,2 г/м² [2]. В сообществе офиуры *Amphiura stepanovi*, описанном для глубин 50 - 70 и 90 - 105 м, общая биомасса макробентоса составляла 5 - 7 г/м². Но в сообществе *P. solitarius* - *A. stepanovi* на глубине 78 - 100 м тот же вид, будучи содоминантом, имел биомассу 11,8 г/м².

По наблюдениям из подводных аппаратов, с приближением к нижней границе сообщества фазеолины у южного берега Крыма, а именно на глубинах 120 - 135 м, поля фазеолины сменяются пятнами ее поселений диаметром до 10 м, при общем проективном покрытии около 30% и более [4]. Поселения фазеолины при этом приобретают вид все более мелких и реже расположенные островков.

Вопрос о нижней границе сообществ макробентоса в Черном море всегда был непростым. Дело в том, что помимо растущей с глубиной прерывистости поселений, фазеолина ниже 85 - 100 м встречается преимущественно в виде мелкой молодежи (доля половозрелых моллюсков снижается до 15 - 20%). Доминирование вида по численности и биомассе позволяет формально продлевать зону сообщества фазеолины иногда до

125 м (даже до 184 м) [6,11], но, скорее, здесь нужно говорить о зоне выселения и переживания стойкой молодежи фазеолины и сопутствующих видов фауны в субаэробных условиях.

Показано, что, по крайней мере, у западного шельфа Крыма на глубине около 150 м существует специфическое сообщество с доминированием мейобентосных полихет [9, 19]. Выше приведены другие примеры того, как в последние 10 - 15 лет XX века фазеолина уступает доминирование другим видам макробентоса в своей "нижней краевой зоне", согласно термину М.И. Киселевой [6].

Появляются сообщения о полном отсутствии живых представителей макробентоса в дночерпательных пробах с различных глубин. Особенно часто это отмечается на шельфе Кавказа [4]. Черный ил с запахом сероводорода постоянно встречается у Туапсе, начиная с 1986 г. Если сначала пятна без макробентоса регистрировались на глубине 90 - 130 м [1, 4], то для района Геленджика они указываются и для глубин от 35 до 85 м [7].

По-видимому, подобный эффект вызывается, в частности, загрязнением поверхности грунтов органическим веществом, которое сопровождается локальным уменьшением толщины аэрируемого слоя осадка, приближением границы редокс-зоны из толщ грунта к его поверхности, с появлением пятен сероводорода, особенно в ложбинах дна.

Общее обеднение видового состава продолжается? Выше указывалось, что в пределах сообщества фазеолины ранее регистрировали, в зависимости от района, сезона и года, а также числа изученных проб, до 50 - 80 видов животных макробентоса. Для выявления определенных сдвигов в видовом составе сообщества серьезные требования должны предъявляться к объему сравниваемых данных. В этом смысле не следует переоценивать масштабы съемок 1990 - 1999 гг. и степень обработки проб в отношении видового состава.

Начиная с 1990 г., на шельфе Румынии в полосе глубин от 50 до 100 м найдено только 23 вида макробентоса, причем подчеркивается сильное обеднение фауны после 1990-х годов, происшедшее ниже 85 м (на глубине 86 м найдено 3 вида) [12]. Как известно, на глубине 80 м ранее находилась "основная зона" сообщества фазеолины, где отмечалось 48 видов представителей макрофауны [6]. В дальнейшем на этой глубине в районе Ялты находили 18 видов, в районе Туапсе 7 видов [4]. Но следует подчеркнуть, что в 1999 г. у Ялты в единственной пробе с 83 м найдено 20 видов [8].

С увеличением глубины число регистрируемых видов макробентоса в Черном море закономерно снижается. На глубине 100 м, по данным 1960 - 1970-х годов [6], на шельфе Крыма и Кавказа регистрировали 42 - 49 видов, на 110 м у Ялты - 21 вид. Для глубин от 100 до 125 м, по материалам 1989 г., приводится 20 видов [1]. В 1990 - 1992 гг. у западного Крыма в диапазоне глубин 76 - 105 найдено 10 видов [2], в Керченском предпроливье на глубинах 90 - 100 м было 15 видов [10].

Если на глубине 125 м в 1960 - 1970-х годах у Ялты было 26 видов, а у Кавказа - 30 видов, то в 1989 г. у Карадага на той же глубине нашли 3 вида [4], у Кавказа 1 вид [1], на северо-западном шельфе в 1995 г. - 2 вида [17].

Для глубины 150 м регистрировалось от 16 до 26 видов (соответственно для Крыма и Кавказа) [6]. В 1989 - 1995 гг. в пробах с глубин 130 - 180 м указывается отсутствие макробентоса или только молодь фазеолины [4, 11, 12, 17]. Лишь у берегов Болгарии на 150 м в этот период найдено 5 видов, на северо-западном шельфе 3 - 4 вида [14, 15] и в 1999 г. на шельфе у Ялты на глубине 142 м было отмечено 4 вида макробентоса [8], хотя в этом же районе в 1980-е годы макрофауна вообще не обнаруживалась глубже 130 м [4].

Кстати, съемка 1999 г. у берегов Крыма состояла всего из 11 станций, выполненных на глубинах 22 - 142 м, но позволила выявить 148 видов макрозообентоса, что лишь незначительно уступает числу видов, указывавшихся ранее (180) [6]. Полученные результаты позволили авторам [8] оценить состояние донных экосистем черноморского побережья Крыма как относительно благополучное.

Такой оптимистический вывод, основанный на полученных от отделом шельфа ИНБЮМ данных, на фоне лавины публикаций о локальных и региональных проявлениях биологического ущерба от вредоносных влияний речных стоков и общей эвтрофикации бентали возвращает нас к вопросу о сравнительной репрезентативности результатов разных съемок, отличающихся использованными орудиями взятия проб и методами их обработки, от промывки до определения видов.

Не будем пытаться сравнивать здесь разноплановые показатели обилия бентоса, поскольку выраженное числом видов биоразнообразие представляет собой важную характеристику любого биотопа, которую не следует ничем подменять. Как известно, почти при каждой съемке, по разным причинам, то одна, то другая группа остается не полностью или совсем не обработанной до вида. Для более корректного сравнения происходящих в бентали изменений предстоит проанализировать данные о встречаемости разных видов отдельно по всем таксономическим группам, с учетом глубины и особенности биотопа, а также сезона.

К сожалению, нет оснований надеяться на продолжение съемок бентали Черного моря с той же интенсивностью, которая была в последние десятилетия XX века.

В заключение авторы считают своим приятным долгом выразить признательность Н.К. Ревкову за ценные замечания по рукописи и предоставленные материалы по рейсу 1999 г.

1. Алексеев Р.П., Синегуб И.А. Макрозообентос и донные биоценозы Черного моря на шельфах Кавказа, Крыма и Болгарии / Сапожников В.В. (ред.) Экология прибрежной зоны Черного моря - М.: ВНИРО, 1992. - С. 218 - 234.
2. Болтачева Н. А., Мильчакова Н.А., Миронова Н.В. Изменения бентоса в районе Каламитского залива под влиянием эвтрофирования // Экология моря. - 1999. - Вып. 49. - С. 5 - 9.
3. Заика В. Е. Изменение количества видов макробентоса в Черном море на глубинах 50 - 200 м // Докл. АН УССР. - Серия Б. - 1990. - № 11. - С. 68 - 71.
4. Заика В. Е., Киселева М.И. и др. Многолетние изменения зообентоса Черного моря. - Киев: Наук. думка, 1992. - 248 с.
5. Золотарев П.Н. Структура биоценозов бентали северо-западной части Черного моря и ее трансформация под воздействием антропогенных факторов: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. - Севастополь. - 1994. - 19 с.
6. Киселева М.И. Бентос рыхлых грунтов Черного моря. - Киев: Наук. думка, 1981. - 168 с.
7. Мельник Р.Г., Черненко С.А. Пространственное распределение макрозообентоса в Прикавказской зоне шельфа // Комплексные исследования техногенного загрязнения в прибрежной зоне Кавказского шельфа Черного моря. - Геленджик, 1994. - С. 198 - 206.
8. Ревков Н.К., Болтачева Н.А., Николаенко Т.В., Колесникова Е.А. Биоразнообразие зообентоса рыхлых грунтов Крымского побережья Черного моря // Океанология (в печати).
9. Сергеева Н.Г., Заика В.Е. Экология полихет из пограничных сообществ пелагиали и бентали Черного моря // Докл. НАНУ. - 2000. - №1. - С. 197 - 201.
10. Терентьев А.С. Видовое богатство и руководящие виды макрозообентоса в различных биотопах Керченского предпроливья Черного моря // Тр. ЮГНИРО. - 1998. - 44. - С. 100 - 115.
11. Терещенко Н.Н., Поликарпов Г.Г., Маринов Т.М., Стойков С.М. Состояние поселений фазеолины на Болгарском шельфе (район севернее мыса Калиакра) и у западных берегов Крыма (район Каламитского залива) // Экология моря. - 1993. - вып. 44. - С. 51 - 56.
12. Dumitrache C. Present state of the zoobenthos from the Romanian Black Sea continental shelf // Recherches marines - 1996. - 29 - 30. - P. 141 - 151.
13. Luth C., Luth U. A benthic approach to determine long-term changes of the oxic/anoxic interface in the water column of the Black Sea // Proc. 30-th EMBS. - Southampton, 1997. - P. 231 - 242.
14. Luth U. Macrofauna investigation on Romanian shelf // Cruise Report. MPI Black Sea Cruise RV Petr Kottsov 2 - 23 Sept. 1997. - Max Planck Inst. marine microbiology, 1997. - 32 p.
15. Luth U., Luth C., Tiel H. (eds). MEGASEEBS Project Report, 1998. - 135 p.
16. Mutlu E., M. Unsal, F. Bingel. A preliminary view on the faunal assemblage of soft-bottom crustaceans along the nearshores of the Turkish Black Sea // Acta Adriatica. - 1992. - 33, № 1/2. - P. 177 - 189.
17. Wijsman J.W.M., Herman P.M.J., Gomoiu M.-T. Spatial distribution in sediment characteristics and benthic activity on the northwestern Black Sea shelf // Marine Ecology Progr. Ser. - 1999. - 181. - P. 25 - 39.

18. *Zaika V. E.* Bioindications of human induced damage to the Black Sea shelf ecosystem // Proc. of the Black Sea Symposium, Istanbul, 1991. – Publ. Acar Matbaacilik A.S. , 1994. – P. 281 - 284.
19. *Zaika V.E.* Spatial structure of the Black Sea benthic communities: influence of pelagic processes / . Ivanov L.I., Oguz T. (eds). Ecosystem Modeling as a Management Tool for the Black Sea - Kluwer Acad. Publ., 1998. – 1. – P. 293 - 299.

Институт биологии южных морей НАНУ,
г. Севастополь

Получено 20.06.2001

V. E. ZAIKA, N. G. SERGEEVA

MACROZOOBENTHOS OF LOWER SHELF (BELOW 40 – 50 m) OF THE BLACK SEA, ACCORDING TO THE DATA OF SURVEY OF THE LAST DECADE OF XX CENTURY

Summary

An analysis of benthic survey results in the Black Sea, fulfilled during the last decade of XX century is given, in respect of the depth-borders of *Modiolus phaseolinus* community and species abundance of macrobenthos in the communities of lower shelf. Upper border of *M. phaseolinus* shifted in some areas from the depths of 50 - 60 m to 41 - 50 m. Most of the data shows the decrease in species number, but the authors of 1999 survey on the Crimean shelf conclude that the macrobenthos is in good condition in respect of species richness.