

**МОНИТОРИНГОВЫЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ
СООБЩЕСТВ
МАКРОЗООБЕНТОСА В РАЙОНЕ
СИСТЕМЫ
ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ
ОЧИСТКИ
(Б. СЕВАСТОПОЛЬСКАЯ)**

С.В. Алёмов, Т.В. Витер

Институт биологии южных морей
НАН Украины
г. Севастополь, пр. Нахимова, 2
E-mail: msh@ibss.org.ua

В данной статье приведен анализ разнообразия и структурных характеристик сообществ макрозообентоса в районе Нефтегавани (б. Севастопольская) по результатам наблюдений за 2005 – 2009 годы. Отмечено, что видовое разнообразие, численность и биомасса макрозообентоса на станциях, расположенных под системами гидробиологической очистки, выше, чем на центральных участках акватории Нефтегавани.

Введение. Антропогенное воздействие на экосистему Черного моря наиболее интенсивно проявляется в бухтах и портовых акваториях. Для Севастопольской бухты нефтяное загрязнение является одним из преобладающих [1].

Нефтегавань, расположенная в вершине Севастопольской бухты, функционирует с 1903 года. Её территория за вековой период в значительной мере пропиталась нефтепродуктами. В результате этого происходит хроническое загрязнение акватории Нефтегавани, а содержание хлороформного битумоида в донных осадках в отдельных местах достигает 3,6 г/100 г сух. осадка [2].

В целях снижения возможности распространения нефтяного загрязнения из акватории Нефтегавани в Севастопольскую бухту в 1990 г. на причалах нефтяного терминала были установлены носители системы гидробиологической очистки. Система монтировалась на сваях существующего причала (СГО-1). Основу носителей составляли полотнища капроновой дели площадью 20 м² [3]. В 1993 г. в районе нефтяного терминала в Севастопольской бухте были развёрнуты носители другого типа, состоящие из

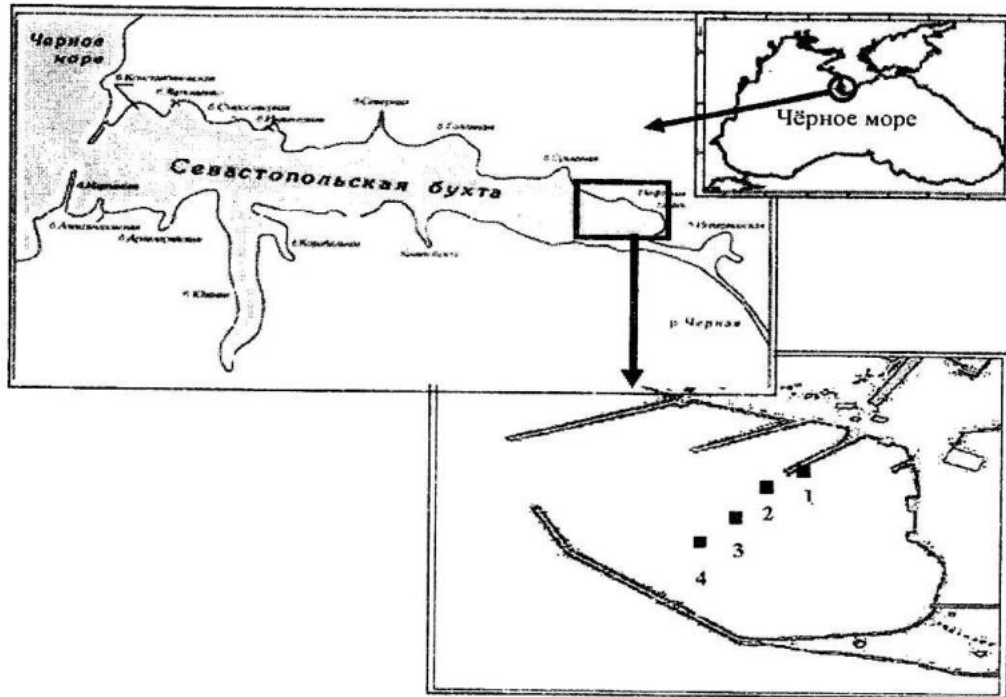
металлических секций сетевого ограждения (СГО-2) [4].

С 1993 г. на акватории Нефтегавани проводится регулярный мониторинг состояния сообществ макрозообентоса [5]. Целью работы было оценить общее экологическое состояние акватории Нефтегавани по характеристикам бентосных сообществ в последнее пятилетие (2005 – 2009 гг.).

Материалы и методы. Схема расположения станций отбора проб представлена на рис. 1. Пробы макрозообентоса на акватории Нефтегавани отбирали в летний период с 2005 по 2009 год на четырёх станциях, расположенных у причала возле СГО-1, на расстоянии 2 м от причала, в середине бухты, а также у СГО-2.

Отбор проб производился дночерпателем Петерсена с площадью захвата 0,038 м² в двух повторностях. Донный осадок промывался через сито (диаметр отверстий 1 мм) и фиксировался этанолом (96⁰). Затем в лабораторных условиях проводилась обработка фиксированного материала. Определяли видовой состав по [6], численность и сырой вес организмов макрозообентоса (фиксированных спиртом). Взвешивание двустворчатых моллюсков проводилось после их вскрытия и удаления фиксирующего раствора из мантийной полости. В программе DIVERSE пакета PRIMER-5 выполнен расчёт индексов разнообразия Шеннона (использован логарифм по основанию 2), выравненности Пиелу. Расчет индекса AMBI производился с помощью соответствующего программного продукта, доступного на официальном сайте технологического центра AZTI-Tecnalia [7].

Результаты и обсуждение. За период 2005 – 2009 гг. в составе макрозообентоса на акватории Нефтегавани (б. Севастопольская) найдено 67 видов, в том числе брюхоногих моллюсков – 14 видов, двустворчатых моллюсков – 9, ракообразных – 15, многощетинковых червей – 21. Помимо этого в составе бентоса встречались актинии, асцидии, мшанки, нематоды, немертины, плоские черви, малощетинковые черви, губки. Преобладание моллюсков и многощетинковых червей в составе бентосных сообществ в целом характерно для прибрежных районов Крыма [8].



Р и с. 1. Схема расположения станций отбора проб макрозообентоса на акватории Нефтегавани б. Севастопольская (2005 – 2009 гг.)

Таблица 1

Встречаемость (%) основных видов макрозообентоса на акватории Нефтегавани

Наименование видов	Год					
	2005 – 2009	2005	2006	2007	2008	2009
<i>Mytilaster lineatus</i>	100	100	100	100	100	100
<i>Hydrobia acuta</i>	85	100	100	75	50	100
<i>Abra segmentum</i>	75	100	100	100	25	50
<i>Nassarius reticulatus</i>	70	75	100	100	25	50
<i>Bittium reticulatum</i>	65	75	75	50	75	50
<i>Capitella capitata</i>	65	25	50	100	75	75
<i>Platynereis dumerilii</i>	60	0	75	100	75	50
<i>Cerastoderma glaucum</i>	55	100	75	75	25	0
<i>Rissoa parva</i>	55	100	50	0	25	100
<i>Alitta succinea</i>	55	100	25	50	50	50
<i>Rissoa membranacea</i>	50	100	25	0	50	75
<i>Heteromastus filiformis</i>	50	25	50	50	50	75
<i>Polydora limicola</i>	50	50	75	75	0	50

Из общего числа видов у 23-х встречаемость составила более 30 %, при этом 13 видов встречались более чем на половине выполненных станций (табл. 1). Все наиболее массовые виды, отмеченные в Нефтегавани являются характерными для загрязненных участков Севастопольской бухты. Состав основных видов в сообществе макрозообентоса Нефтегавани по

сравнению с 1993 – 2004 гг. [5] не изменился. Отличия связаны лишь со снижением показателей встречаемости для *Cerastoderma glaucum* и *Rissoa parva* (не отмечены соответственно в 2006 г. и 2009 г.) и возросшей распространенностью *Platynereis dumerilii*.

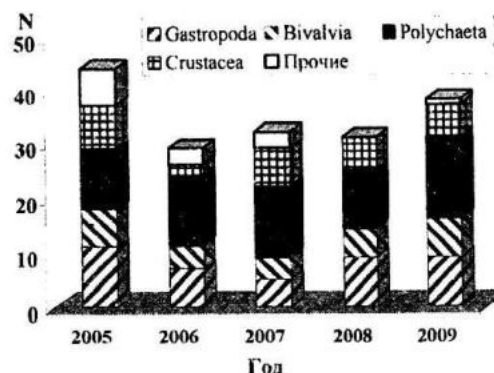
Общее количество видов макрозообентоса и соотношение крупных таксо-

номических групп на исследуемых участках в 2005 – 2009 гг. представлено на рис. 2. Наибольшее разнообразие бентоса отмечалось в 2005 г. В 2006 – 2008 гг. видовое богатство несколько снизилось, но и в этот период общее разнообразие бентоса было выше, чем в период 1993 – 2000 гг. [5].

В исследуемый период моллюски составляли до 40 % от всех наблюдаемых видов зообентоса. В 2006 – 2007 гг. доля моллюсков в общем разнообразии зообентоса снижается и возрастает доля полихет, а также наблюдается снижение разнообразия среди группы «прочих» видов (рис. 3).

Следует отметить, что количество видов макрозообентоса выше на участках возле СГО, чем на остальной акватории Нефтегавани (рис. 3, ст. 1, 4).

Показатели разнообразия бентосных сообществ на исследуемой акватории представлены в табл. 2. На станции 1 за весь период исследований наблюдается заметное снижение индексов разнообразия Шеннона по биомассе (H'), а также индексов выравненности Пиелоу (J'), что объясняется доминированием мидий (по биомассе).



Р и с. 2. Количество видов макрозообентоса на акватории Нефтегавани (2005 – 2009 гг.)



Р и с. 3. Количество видов макрозообентоса на отдельных станциях акватории Нефтегавани (2005 – 2009 гг.)

Таблица 2

Показатели разнообразия макрозообентоса на отдельных станциях акватории Нефтегавани

Год	Индексы	№ станции			
		1	2	3	4
2005	J'	0,18	0,52	0,65	0,51
	$H'(\log_2)$	0,95	1,99	2,79	1,82
2006	J'	0,04	0,29	0,47	0,61
	$H'(\log_2)$	0,17	1,09	1,74	2,61
2007	J'	0,02	0,19	0,38	0,60
	$H'(\log_2)$	0,07	0,78	1,30	2,17
2008	J'	0,19	0,67	0,19	0,29
	$H'(\log_2)$	0,68	2,39	0,73	0,86
2009	J'	0,04	0,52	0,63	0,53
	$H'(\log_2)$	0,20	1,92	2,53	2,35

Средняя численность макробентоса колебалась в значительных пределах (рис. 4). В 2005 и 2009 гг. наблюдалось увеличение численности, обусловленное ростом численности *Hydrobia acuta*,

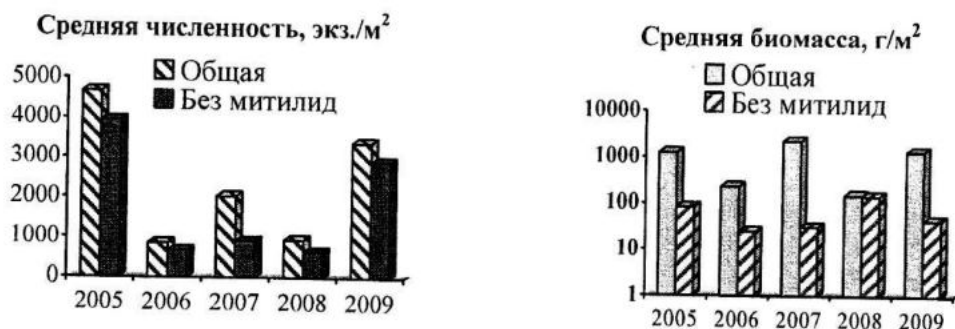
средняя плотность поселений которой в эти годы составляла соответственно 2806 и 1628 экз./м², а на станции 4 достигала 5 – 7,8 тыс. экз./м². Существенный вклад в общую численности макробен-

тоса вносили митилиды (*Mytilus gallo-provincialis* и *Mytilaster lineatus*). Средняя численность макробентоса без учета этой группы в 2006 – 2008 гг. не превышала 900 экз./м² и была минимальна за весь период наблюдений с 1993 г.

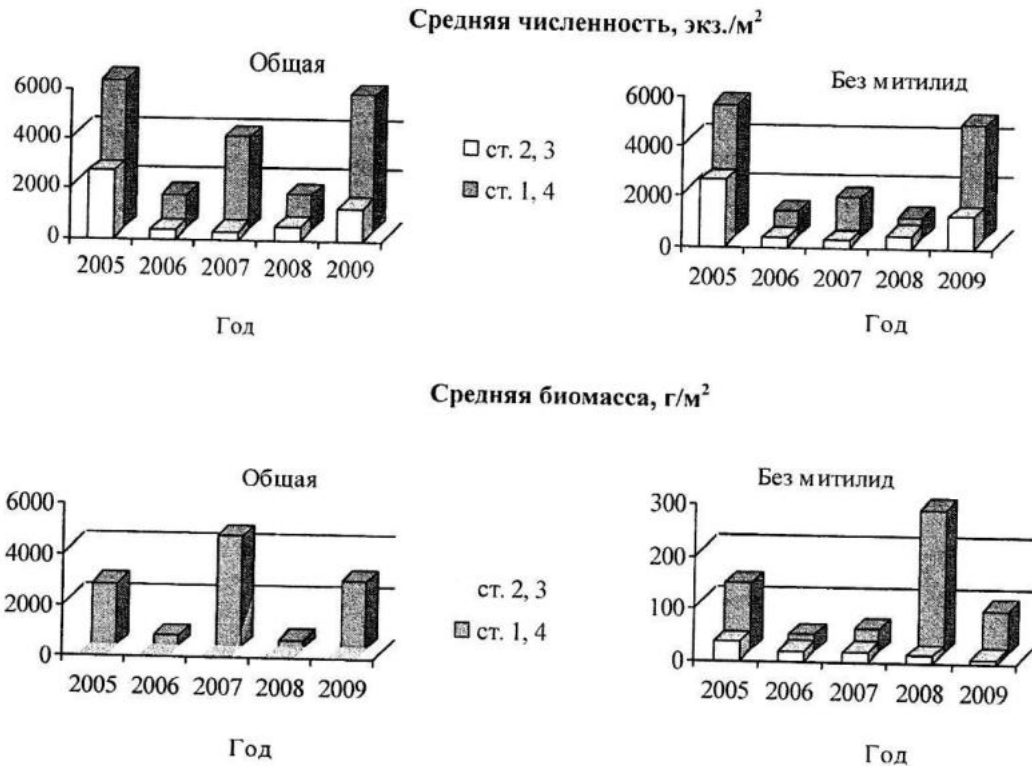
Средняя биомасса бентоса варьировала от 150 до 2180 г/м² (рис. 4), при этом увеличение значений биомассы свыше 1000 г/м² определялись высокой биомассой мидий. Вклад мидий в общую биомассу бентоса в отдельные годы достигал 80-98 % и только в 2008 г. они в пробах не встречались. Биомасса бенто-

са без учета митилид только дважды (2006 и 2007 гг.) снижалась менее 40 г/м², при этом в 2008 г. она превышала значения в 140 г/м². Столь высокие значения биомассы и численности на аналогичных по загрязненности участках Севастопольской бухты практически не отмечаются [2, 5].

На станциях 1 и 4, расположенных под системами гидробиологической очистки, средние значения численности и биомассы выше, чем на станциях 2 и 3 (рис. 5).



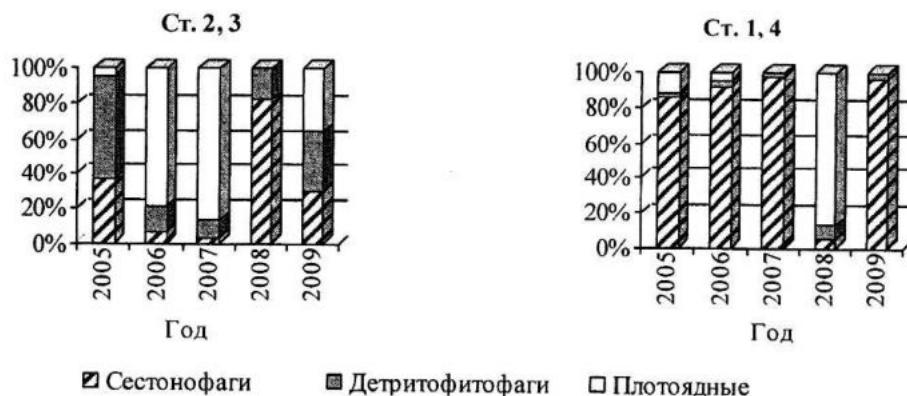
Р и с. 4. Основные количественные характеристики макрозообентоса на акватории Нефтегавани (2005 – 2009 годы)



Р и с. 5. Основные количественные характеристики макрозообентоса на отдельных участках Нефтегавани (2005 – 2009 годы)

На рис. 6 представлена трофическая структура сообществ макрозообентоса на исследованных участках. По биомассе на станциях под системами гидробиологической очистки в основном преобладали сестонофаги (*Mytilus galloprovincialis*,

lis), и лишь в 2008 г. – плотоядные (*Nassarius reticulatus*). На остальных станциях сестонофаги доминировали только в 2008 г., а в остальное время преобладали плотоядные (*N. reticulatus*) или детритофаги (*Abra segmentum*).

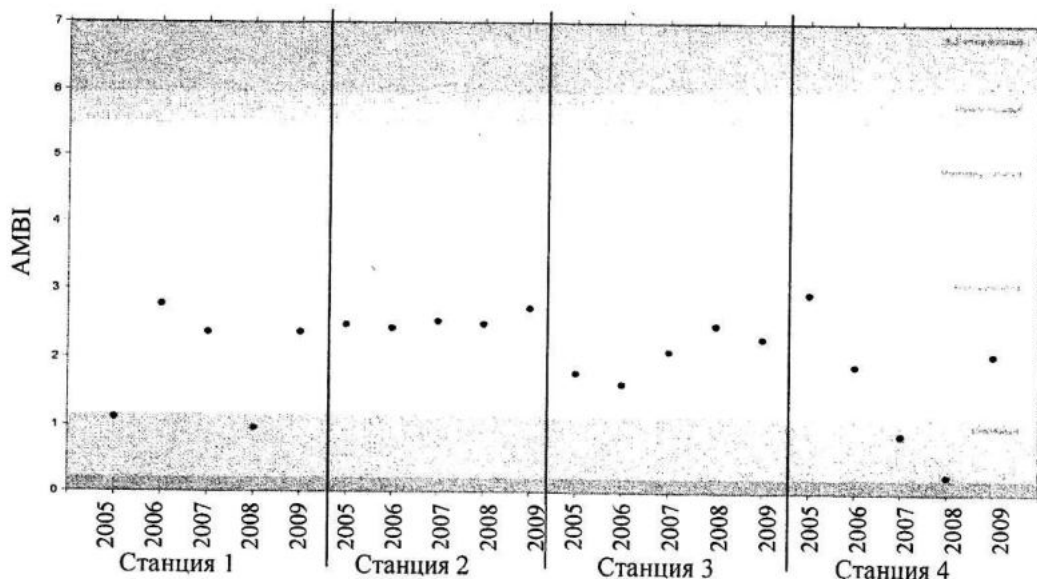


Р и с. 6. Трофическая структура макрозообентоса (% от биомассы), 2005 – 2009 гг.

В последние годы экологические индикаторы состояния среды стали общепринятым компонентом экологических оценок состояния окружающей среды. Использование разнообразия и обилия таксонов макробеспозвоночных, а также присутствия таксонов – индикаторов загрязнения окружающей среды (биотических индексов), предлагается для измерения в качестве полезных показателей при определении экологического состояния.

Одним из наиболее распространенных индикаторов для оценки состояния морских экосистем является AMBI (AZTI's marine biotic index) [9], который тестируется на экосистемах европейских морей [10, 11].

На основании полученных данных по характеристикам донных сообществ исследованной акватории нами был проведен расчет морского биотического индекса AMBI (рис. 7).



Р и с. 7. Значение индекса AMBI для станций в Нефтегавани, 2005 – 2009 гг.

Величина индекса AMBI в основном составляла от 1 до 3, что соответствует ненарушенным или слабо нарушенным донным сообществам [9]. Состояние сообществ, приближающееся к ненарушенному, в отдельные годы отмечалось только в районе систем гидробиологической очистки.

Заключение. Таким образом, на акватории Нефтегавани, несмотря на значительные уровни загрязнения донных осадков нефтепродуктами, отмечается разнообразный состав сообществ макрозообентоса. Различные участки данного региона в зависимости от уровня загрязнения различаются как по составу руководящих видов в сообществе, так и по количественным характеристикам (численность, биомасса, разнообразие) макрозообентоса. Видовое разнообразие, численность и биомасса макрозообентоса на станциях, расположенных под системами гидробиологической очистки, выше, чем на центральных участках акватории Нефтегавани. Сообщества макрозообентоса в районе Нефтегавани по результатам расчета морского биотического индекса AMBI в основном характеризуются как слабо нарушенные.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Осадчая Т.С., Алёмов С.В., Шадрина Т.В.* Экологическое качество донных осадков Севастопольской бухты: ретроспектива и современное состояние // *Экология моря*. – 2004. – № 66. – С. 82 – 87.
2. *Миронов О.Г., Кирюхина Л.Н., Алёмов С.В.* Санитарно-биологические аспекты экологии Севастопольских бухт в XX веке. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. – 185 с.
3. *Mironov O.G., Schekaturina T.L., Alyonov S.V., Osadchaya T.S.* Perspectives of using of marine polluted water cleaning hydrobiological method for sanitation and improvement of the coastal aquatoria state / Oil spills in the Mediterranean and Black Sea regions: Second Intern. Conf. – Istanbul, 2000. – P. 187 – 195.
4. *Гусева Е.В., Алёмов С.В., Миронов О.Г., Щекатурина Т.Л.* Система обрастаний на элементах стационарного минно-торпедного оружия (сетевые заграждения) // *Экологические проблемы стойкости техники и материалов: Матер. науч.-практ. конф.* 29 окт. – 1 нояб. 1996 г. Адлер. – М., 1997. – С. 111 – 113.
5. *Алёмов С.В.* Оценка экологического качества портовых акваторий региона Севастополя по характеристикам сообществ макрозообентоса // *Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа: сб. науч. тр.* – Севастополь, 2009. – Вып. 18. – С. 19 – 29.
6. *Определитель фауны Чёрного и Азовского морей: в 3 т.* / АН УССР. ИнБЮМ. – К.: Наук. думка, 1972. – Т. 3. – 340 с.
7. <http://www.azti.es>
8. *Ревков Н.К.* Таксономический состав донной фауны Крымского побережья Черного моря // *Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма (Черноморский сектор).* – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. – С. 209 – 218, 326 – 338.
9. *Borja A., Franco J., Pérez V.* A Marine Biotic Index to Establish the Ecological Quality of Soft-Bottom Benthos Within European Estuarine and Coastal Environments // *Mar. Poll. Bull.* – 2000. – 40, № 12, P. 1100 – 1114.
10. *Borja A., Muxika I., Franco J.* The application of a Marine Biotic Index to different impact sources affecting soft-bottom benthic communities along European coasts // *Mar. Poll. Bull.* – 2003. – 46. – P. 835 – 845.
11. *Muxika I., Borja A., Bonne W.* The suitability of the marine biotic index (AMBI) to new impact sources along European coasts // *Ecological indicators* – 2005. – 5. – P. 19 – 31.