

**МАКРОЗООБЕНТОС ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ НЕФТЕГАВАНИ
(СЕВАСТОПОЛЬСКАЯ БУХТА, ЧЁРНОЕ МОРЕ)**

Изучены видовой состав, трофическая структура, а также количественные характеристики сообществ макрозообентоса системы гидробиологической очистки (СГО) и причальной стенки. Структура и видовое разнообразие сообществ макрозообентоса СГО различались незначительно. Сообщества в районе причала различались по качественным и количественным показателям: у причальной стенки преобладали организмы-фильтраторы (митилиды), а на удалении от неё - детрито-фитофаги (брюхоногие моллюски). Средняя биомасса макрозообентоса на участках у причальной стенки в несколько раз превышала таковую на участках, удалённых от причала.

Одним из факторов антропогенного воздействия на прибрежные экосистемы является гидротехническое строительство – возведение причальных стенок, молов, волноломов и т. д. При этом в местах строительства происходит разрушение естественных донных биоценозов. Снижение самоочищающей способности портовых акваторий в определённой мере компенсируется сообществом обрастаний, развивающимся на гидросооружениях, в состав которого входят организмы-фильтраторы [3]. Однако в процессе фильтрации мидиями и другими фильтраторами значительные количества взвешенных веществ переводятся из толщи воды в донные осадки, что может приводить к их заилению, накоплению в них органических соединений, различных загрязнителей, и, соответственно, негативно или позитивно воздействовать на сообщества макрозообентоса.

Нефтегавань, расположенная в глубине Севастопольской бухты, является полигоном многолетних исследований отдела морской санитарной гидробиологии [1, 7]. Здесь с 1903 г. функционирует нефтебаза, что сформировало своеобразную экосистему акватории [10]. В 90-х годах XX века в Нефтегавани были размещены первые системы гидробиологической очистки [7].

Следует отметить недостаточность имеющейся информации о влиянии гидротехнических сооружений, в том числе и систем гидробиологической очистки, на состояние бентосных сообществ на прилегающих участках акватории. В то же время такая информация необходима для определения допустимых антропогенных нагрузок на акваторию, а также для управления качеством прибрежных вод.

Отдельные работы по изучению макрозообентоса вблизи гидротехнических сооружений (ГТС) содержат противоположные выводы [2, 8]. Так, в Одесском порту на участках акватории у причалов численность и биомасса полихет были в несколько раз ниже, чем на участках с относительно свободным водообменом. В Керченском порту, наоборот, зообентос лучше всего развит возле причальных стенок: видовое богатство в несколько раз выше, численность в 3 раза, а биомасса в 10 – 30 раз выше, чем в средней части порта и на выходе из порта.

Целью работы является изучение разнообразия и структурных характеристик сообществ макрозообентоса на участках, расположенных в районе ГТС Нефтегавани (причальных стенок, системы гидробиологической очистки).

Материал и методы. Материалом для исследования послужили пробы макрозообентоса, отобранные в октябре 2008 и в январе 2009 гг. в районе ГТС Нефтегавани. В октябре 2008 г. пробы отбирались на 5 станциях, находящихся на расстоянии 2 м (станция 5) и 20 м (ст. 1 – 4) от СГО, установленной летом 2006 г. На всех станциях глубина составляла 6 м. В январе 2009 г. пробы отбирались на 6 станциях, расположенных у причальной стенки (ст. 6 – 8) и на расстоянии 20 м от них (ст. 9 – 11). На станциях 6 – 8 глубина составляла 3 м, на станциях 9 – 11 – 4 м.

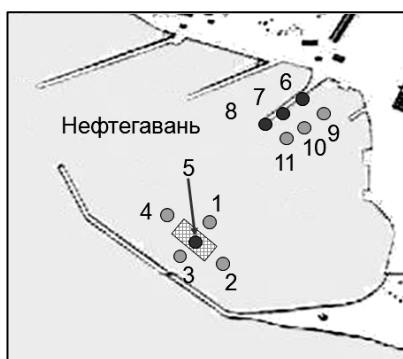


Рисунок 1. Схема станций отбора проб в Нефтегавани возле ГТС
Figure 1. The scheme of sampling stations in Oil Harbor near HTS

Отбор проб производился дночерпателем Петерсена с площадью захвата 0,038 м² в трёх повторностях. Донный осадок промывали через сито с диаметром отверстий 1 мм и фиксировали этанолом (96⁰). Обработку фиксированного материала проводили в лабораторных условиях. Определяли видовой состав по [4, 9], численность и сырой вес организмов макрозообентоса (фиксированных спиртом). Взвешивание двусторчатых моллюсков проводили 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 Пieloу, а также индексов сходства по критерию Брая-Куртиса.

Результаты и обсуждение. На станциях в районе СГО обнаружено 20 видов макрозообентоса, в числе которых 4 вида Bivalvia, 8 – Gastropoda, 2 – Malacostraca и 6 – Polychaeta (табл. 1).

Наименование таксона	Встречаемость, %	
	СГО	Причал
Bivalvia		
<i>Abra segmentum</i> (Récluz, 1843)	100	100
<i>Mytilaster lineatus</i> (Gmelin, 1790)	100	100
<i>Mytilus galloprovincialis</i> (Lamarck, 1819)	50	23,8
<i>Parvicardium exiguum</i> (Gmelin, 1790)	66,7	63,6
Gastropoda		
<i>Bittium reticulatum</i> (Costa, 1799)	100	100
<i>Hydrobia acuta</i> (Draparnaud, 1805)	83,3	95,5
<i>Nassarius reticulatus</i> (Linnaeus, 1758)	66,7	63,6
<i>Rissoa membranacea</i> (Adams, 1797)	83,3	95,5
<i>R. parva</i> (Costa, 1779)	100	100
<i>R. splendida</i> (Eichwald, 1830)	50	59,1
Malacostraca		
<i>Athanas nitescens</i> (Leach, 1814)	66,7	36,4
<i>Balanus improvisus</i> (Darwin, 1854)	66,7	59,1
<i>Diogenes pugilator</i> (Roux, 1828)	50	59,1
<i>Iphinoe</i> sp.	66,7	36,4
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i> (A. Costa, 1853)	50	27,3
Polychaeta		
Aphroditidae g. sp.	83,3	54,5
<i>Capitella capitata</i> (Fabricius, 1780)	83,3	72,7
<i>Harmothoe reticulata</i> (Claparède, 1870)	33,3	54,5
<i>Heteromastus filiformis</i> (Claparède, 1864)	50	72,7
<i>Alitta succinea</i> (Frey & Leuckart, 1847)	100	100
<i>Platynereis dumereli</i> (Audouin & Milne Edwards, 1834)	66,7	36,4
<i>Polydora limicola</i> (Annenkova, 1934)	83,3	63,6
<i>Syllis</i> sp.	66,7	36,4
Gymnolaemata		
<i>Cryptosula pallasiana</i> (Moll, 1803)	50	27,3

Таблица 1. Встречаемость (%) основных видов макрозообентоса в районе ГТС Нефтегавани
Table 1. Frequency (%) of main species of macrozoobenthos near HTS of Oil Harbor

Преобладание моллюсков в составе бентосных сообществ в целом характерно для прибрежных районов Севастополя [6] и Крыма [5]. На участках вокруг и под СГО значительно преобладали брюхоногие моллюски – соответственно

96,7 и 96,6% по биомассе, 70,7 и 89,8% - по численности. Видовой состав сообществ макрозообентоса на исследованных участках в районе СГО различался незначительно. Основной вклад в биомассу бентоса на участках вокруг СГО вносили *Hydrobia acuta*, *Bittium reticulatum* и

Abra segmentum, на участке под СГО – *Nassarius reticulatus*, *H. acuta* и *B. reticulatum*. По численности на всех исследованных участках в районе СГО преобладала *H. acuta*. Структура бентосных сообществ на исследованных участках в целом характерна для района Нефтегавани [1].

Средняя численность макрозообентоса на участках вокруг СГО составила 16559 экз./м², под СГО – 13731 экз./м² (табл. 2), средняя биомасса – соответственно 54,785 и 70,645 г/м² (табл. 2). Таким образом, средняя численность макрозообентоса на участке под СГО была немного ниже, а средняя биомасса – выше, чем вокруг СГО, что связано с преобладанием (по биомассе) на данном участке *N. reticulatus*. Показатели разнообразия на исследованных участках различались незначительно (табл. 2).

Таблица 2. Характеристики разнообразия сообществ макрозообентоса в районе СГО, 2008 г.
Table 2. Diversity characteristics of macrozoobenthic community near HCS, 2008

Номер станции	Число видов	Численность, экз./м ²	Биомасса, г/м ²	Индекс выравненности (Писелу)	Индекс Шеннона (по биомассе)
1	13	18193	70,3	0,62	2,31
2	15	18622	65,9	0,52	2,04
3	12	14274	42,0	0,52	1,86
4	16	15149	40,9	0,52	2,10
5	14	13731	70,6	0,54	2,06

Анализируя трофическую структуру макрозообентоса в районе СГО (рис. 2), видно, что по численности вокруг и под СГО преобладали детритофитофаги (соответственно 98,1 и 98,0%). На участке под СГО отмечена высокая доля плотоядных по биомассе (42,3%), что может свидетельствовать о большем загрязнении донных осадков на этой станции.

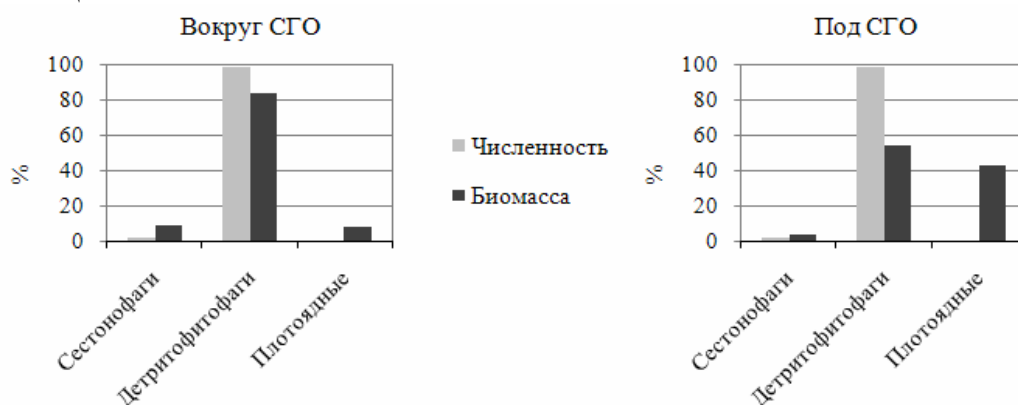


Рисунок 2. Трофическая структура макрозообентоса в районе СГО
Figure 2. Trophic structure of macrozoobenthos near HCS

На станциях в районе причала обнаружено 44 вида макрозообентоса, в том числе 8 видов Bivalvia, 9 – Gastropoda, 11 – Malacostraca и 13 – Polychaeta (табл. 1). Здесь также преобладают моллюски, что отмечалось и в других районах крымского побережья [5, 6].

Средние численность и биомасса макрозообентоса в данном районе рассматривались как с учётом митилид, так и без них, поскольку они вносят основной вклад в численность и биомассу макрозообентоса на станциях у причальной стенки (табл. 3). Средняя численность на станциях, прилегающих к причальной стенке (3511 экз./м² с учётом

митилид, 1647 экз./м² – без учёта митилид), была немного ниже, чем на станциях, удалённых от причала на 20 м (соответственно 4560 и 4364 экз./м²). Средняя биомасса, наоборот, была в несколько раз выше на станциях у причала, чем на удалённых участках, даже без учёта митилид (85,2 г/м² на станциях у причала, 33,6 г/м² – на удалённых участках). Видовое богатство также было выше на участках у причала. Снижение индекса выравненности Пиелоу и индекса Шеннона по биомассе вблизи причальной стенки можно объяснить доминированием *M. galloprovincialis* (по биомассе).

Таблица 3. Количественные характеристики и показатели разнообразия сообществ макрозообентоса в районе причала, 2009 г.

Table 3. Quantitative characteristics and diversity of macrozoobenthic communities near quay, 2009

№ стан-ции	Число видов	Численность, экз./м ²		Биомасса, г/м ²		Индекс выравненности (Пиелоу)	Индекс Шеннона (по биомассе)
		С учётом митилид	Без учёта митилид	С учётом митилид	Без учёта митилид		
6	21	3105	1064	2200,0	82,3	0,08	0,36
7	32	6233	2831	4170,7	75,8	0,06	0,32
8	23	1197	1048	98,0	97,4	0,11	0,51
9	19	5480	5349	34,9	34,7	0,53	2,23
10	19	6199	5770	64,0	57,6	0,63	2,66
11	13	2001	1975	8,6	8,5	0,69	2,54

Основным видом, вносящим весомый вклад в биомассу бентоса на участках у причала, являлся *M. galloprovincialis* (94,1%), без учёта митилид – *N. reticulatus*. На участке, удалённом от причала, основной вклад в биомассу вносили *A. segmentum*, *B. reticulatum*, *N. reticulatus* и *H. acuta*. Основными видами, вносящими весомый вклад в численность бентоса на участках у причала, были *M. lineatus* и *M. galloprovincialis* (без учёта митилид – *B. reticulatum* и *H. acuta*), а на станциях, удалённых от причала – *H. acuta* и *B. reticulatum*.

Анализируя таксономический состав макрозообентоса в районе причала (рис. 3), видно, что структура донных сообществ на исследованных участках различалась.



Рисунок 3. Таксономическая структура макрозообентоса в районе причала

Figure 3. Taxonomy structure of macrozoobenthos near quay

На участках у причала преобладали двусторчатые моллюски – как по биомассе (96,1%), так и по численности (55,3%). На удалении от причальной стенки по численности преобладали брюхоногие моллюски – 82,9%, а по биомассе – брюхоногие (50,7%) и двусторчатые моллюски (45,4%).

Трофический состав сообществ на исследованных участках также был различен (рис. 4). У причала по численности преобладали сестонофаги (54,0%) и детритофитофаги (44,1%), по биомассе – сестонофаги (96,1%). На удалении от причала как по

численности (93,8%), так и по биомассе (71,6%) преобладали детритофитофаги. Увеличение доли сестонофагов на станциях возле причальной стенки связано с доминированием *M. galloprovincialis* и *M. lineatus*.

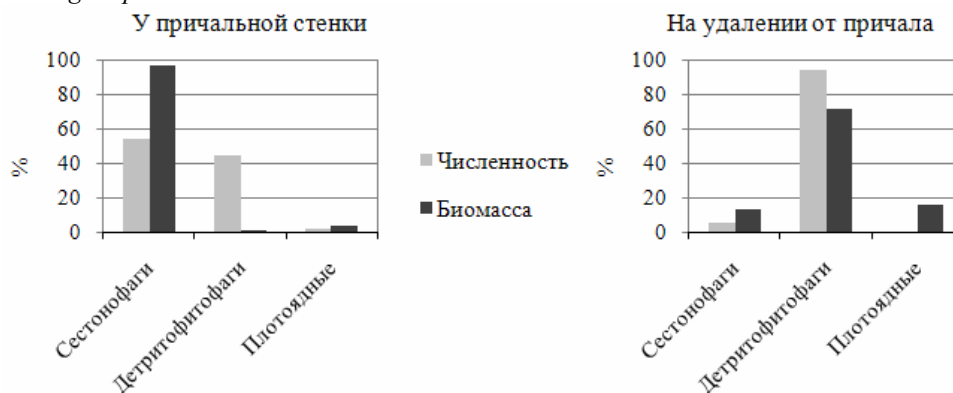


Рисунок 4. Трофическая структура макрозообентоса в районе причала
Figure 4. Trophic structure of macrozoobenthos near quay

Кластерный анализ сходства исследованных станций в районе ГТС по критерию Брая–Куртиса (рис. 5) показал, что можно выделить 2 группы станций. Первая группа станций – район СГО (станции 1 – 5), а также станции 9 – 11, расположенные на удалении 20 м от причальной стенки. Структура сообществ макрозообентоса здесь в целом сходна с другими районами Нефтегавани [1]. Вторая группа станций – участок у причальной стенки (станции 6 – 8). Здесь доминировали организмы-фильтраторы (митилиды), что, по-видимому, связано с опаданием мидий и митилиастеров с элементов системы гидробиологической очистки, установленной под причалом ещё в начале 90-х годов XX века.

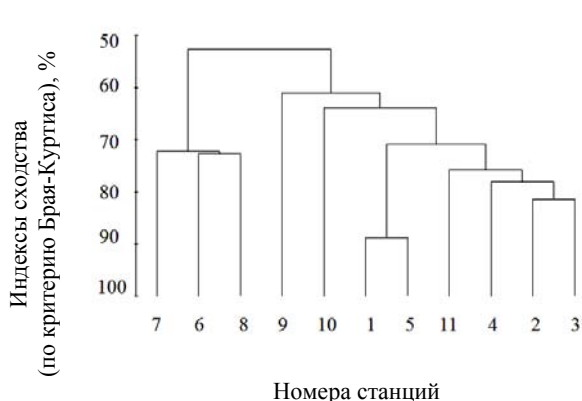


Рисунок 5. Кластерный анализ сходства станций в районе ГТС
Figure 5. Cluster analysis of sampling stations similarity near HTC

показателям: у причальной стенки преобладали организмы-фильтраторы (митилиды), а на расстоянии 20 м от неё - детритофитофаги (брюхоногие моллюски); средняя биомасса макрозообентоса на участках у причальной стенки в несколько раз превышала среднюю биомассу бентоса на участках, удалённых от причала.

Закключение. В ходе проведённых исследований макрозообентоса в районе гидротехнических сооружений Нефтегавани показано, что структура сообществ макрозообентоса, а также видовое разнообразие на участках вблизи и на удалении от СГО различались незначительно: на всех исследованных участках преобладали детритофитофаги (брюхоногие моллюски), на участке под СГО отмечена высокая доля плотоядных по биомассе – 42,3%.

Исследованные сообщества макрозообентоса в районе причала различались как по качественным, так и по количественным по-

1. 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. - 2009. - №18. - С. 19-29.
2. Лосовская Г. В., Синегуб И. А., Рыбалко А. А. Сравнение видового состава и количественного развития полихет обрастания и бентоса на примере Одесского порта // Морск. экол. журн. - 2004. - 1, 3. - С. 51 - 58.
3. Миронов О. Г., Миловидова Н. Ю., Цимбал И. М. Формирование бентосных сообществ на ново-созданных моловых сооружениях // Гидробиол. журн. - 1983. - 19, № 1. - С. 48 - 52.
4. Определитель фауны Чёрного и Азовского морей: в 3 т. / АН УССР. ИнБЮМ. - К.: Наук. думка, 1972. - 3. - 340 с.
5. Ревков Н. К., Болтачёва Н. А., Николаенко Т. В., Колесникова Е. А. Биоразнообразие зообентоса рыхлых грунтов крымского побережья Чёрного моря // Океанология. - 2002. - 42, № 4. - С. 561 - 571.
6. Ревков Н. К., Сергеева Н. Г., Болтачёва Н. А. и др. Зообентос в условиях хронического техногенного загрязнения: состав и структурная организация (на примере Севастопольской бухты, Чёрное море) / Проблемы биологической океанографии XXI века: Тез. докл. междунар. науч. конф., посвящённой 135-летию ИнБЮМ (19-21 сент. 2006 г., Севастополь, Украина). - Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2006. - С. 33.
7. Санитарно-биологические исследования в прибрежной акватории региона Севастополя / Под общей ред. О.Г.Миронова, НАН Украины, ИнБЮМ, Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. - 2009. - 192 с.
8. Терентьев А. С., Литвиненко Н. М. Состояние донного сообщества в Керченском торговом порту // <http://www.ecologylife.ru/ekologiya-chernogo-morya-2003/1437.html>.
9. Чухчин В.Д. Экология брюхоногих моллюсков Чёрного моря. - К.: Наук. думка, 1984. - 176 с.
10. Mironov O. G., Schekaturina T. L., Alyomov S. V., Osadchaya T. S. Perspectives of using of marine polluted water cleaning hydrobiological method for sanitation and improvement of the costal area state // Oil Spills in the Mediterranean and Black Seas: Proc. II Intern. Conference, 31st Oct. - 3rd Nov. - Istanbul, 2000. - P. 187 - 195.

Институт биологии южных морей НАН Украины,
Севастополь, Украина

Получено 30 октября 2009 г.

T. V. VITER

МАКРОЗООБЕНТОС ГІДРОТЕХНІЧНИХ СПОРУД НАФТОГАВАНІ (СЕВАСТОПОЛЬСЬКА БУХТА, ЧОРНЕ МОРЕ)

Резюме

Визначено видовий склад, трофічна структура, а також кількісні характеристики угруповань макрозообентоса системи гідробіологічної очистки (СГО), а також причалу. Структура та видове різноманіття угруповань макрозообентоса поблизу СГО різнилися незначно. Угруповання в районі причалу різнилися за якісними та кількісними показниками: біля причальної стінки переважали організми – фільтратори (мітіліди), а на видаленні від неї – детрітофітофаги (червевоногі моллюски); середня біомаса макрозообентоса на ділянках біля причальної стінки в кілька разів перевищувала середню біомасу бентосу на ділянках, віддалених від причалу.

T. V. VITER

MACROZOOBENTHOS OF HYDROTECHNICAL CONSTRUCTIONS OF OIL HARBOR (SEVASTOPOL BAY, BLACK SEA)

Summary

Species composition, trophic structure and quantitative characteristics of macrozoobenthic communities of hydrobiological cleaning systems (HCS) and quay wall were studied. Structure and diversity of macrozoobenthos communities near HCS were not considerably different. Benthic communities in the region of quay varied in qualitative and quantitative characteristics: filter-feeders (mussels) predominated near quay wall and detritophagous animals (gastropods) – distantly; average biomass of macrozoobenthos near quay wall was several times greater than that of distant locations.