

О. Г. МИРОНОВ, И. П. МУРАВЬЕВА, Т. О. МИРОНОВА,
О. В. СОЛОВЬЁВА, Ю. В. ДОРОШЕНКО

ИЛИСТЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ НА ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЯХ АКВАТОРИИ СЕВАСТОПОЛЯ (ЧЁРНОЕ МОРЕ)

Впервые получены данные по распределению массы ила, его органических компонентов и составу микрофлоры на южном молу у входа в Севастопольскую бухту и на восточном молу у входа в Камышовую бухту.

Как показывают исследования, гидротехнические сооружения играют существенную роль в распределении организмов обрастаний, участвующих в процессах самоочищения морской среды [4]. Однако осадконакопление на подводной части гидротехнических сооружений оказывает отрицательное влияние на судьбу этих гидробионтов [3], что снижает интенсивность биотрансформации загрязнений. Помимо механического воздействия на гидробионтов-обрастателей органическая компонента илистых образований в процессе разложения может снижать количество кислорода в морской воде, что также отрицательно влияет на гидробионтов. При этом возможно образование новых токсичных соединений, которое происходит, например, при разложении некоторых сложных соединений, в частности, нефти и нефтепродуктов, что ещё больше ухудшает среду обитания осевших на гидротехнических сооружениях организмов.

Илистые образования на гидротехнических сооружениях формируются за счёт оседания взвеси из морской воды и взмучивания донных осадков. Ход этого процесса зависит от гидрологических условий данного района, его загрязнения, а также от сложности конфигурации подводной части сооружений, влияющих на изменение локальных потоков морской воды, несущих взвесь. Такие различные условия могут наблюдаться, например, в системе Севастопольских бухт. Несмотря на актуальность, исследования по этой проблеме ранее не проводились.

В этой связи целью настоящей работы было изучение распределения иловых отложений, их микробиологического и химического состава на молах у входа в Севастопольскую и Камышовую бухты.

Материал и методы. Наблюдения проводились с мая 2005 по апрель 2006 гг. на южном молу у входа в Севастопольскую бухту и восточном молу у входа в Камышовую бухту (рис. 1). Первый сложен из каменной наброски, укрепленной бетонными tetrapods, второй состоит из хаотически установленных бетонных блоков. Пробы ила отбирались у основания молов (с глубины 1 м), в центральной части (с глубины 7 м) и у оголовка (с глубины 15 м) как с обращенной к морю (внешней), так и с обращенной к бухте (внутренней) стороны сооружения. На каждой станции в течение года было отобрано по 4 пробы, результаты анализа которых усреднялись. Ил собирали водолазы с помощью шприцев объемом 20 мл с поверхности камней и tetrapods (южный мол) и бетонных блоков (Камышовский мол) с площадок размером 2×2 см. Содержимое шприцев концентрировали, пропуская через фильтр «Sartorius» с диаметром пор 0,2 мкм, и высушивали до сухого состояния. Определение химического состава каждой пробы производилось в трёх повторностях по схеме комплексного биохимического анализа [2], углеводороды определялись методом тонкослойной хроматографии [1], нефтяные углеводороды – на инфракрасном спектрофотометре IR-75.

Численность общего количества гетеротрофных бактерий и углеводородоокисляющих бактерий определяли методом предельных разведений соответственно на пептонной воде и среде Диановой – Ворошиловой [7]. Полученные результаты обработаны статистически по методу Мак-Креди [6].

Всего отобрано 96 проб. Полученные результаты обрабатывались с помощью программ Microsoft Excel и Statistica, Golden Software Surfer.

Результаты и обсуждение. На рис. 1, иллюстрирующем распределение точек отбора проб на подводной части молов, показано также и распределение ила. Хорошо видно, что ил на боковых поверхностях сооружений распределён неравномерно и его наименьшие значения приурочены к внешним сторонам. Так, на внешней стороне южного мола масса ила в среднем составляла $0,0271 \text{ г/см}^2$, на внутренней стороне - $0,0979 \text{ г/см}^2$, на восточном молу соответственно $0,0643 \text{ г/см}^2$ и $0,1114 \text{ г/см}^2$. Это может объясняться различным гидродинамическим режимом, а также присутствием большего количества взвеси в бухте, нежели в открытом море.

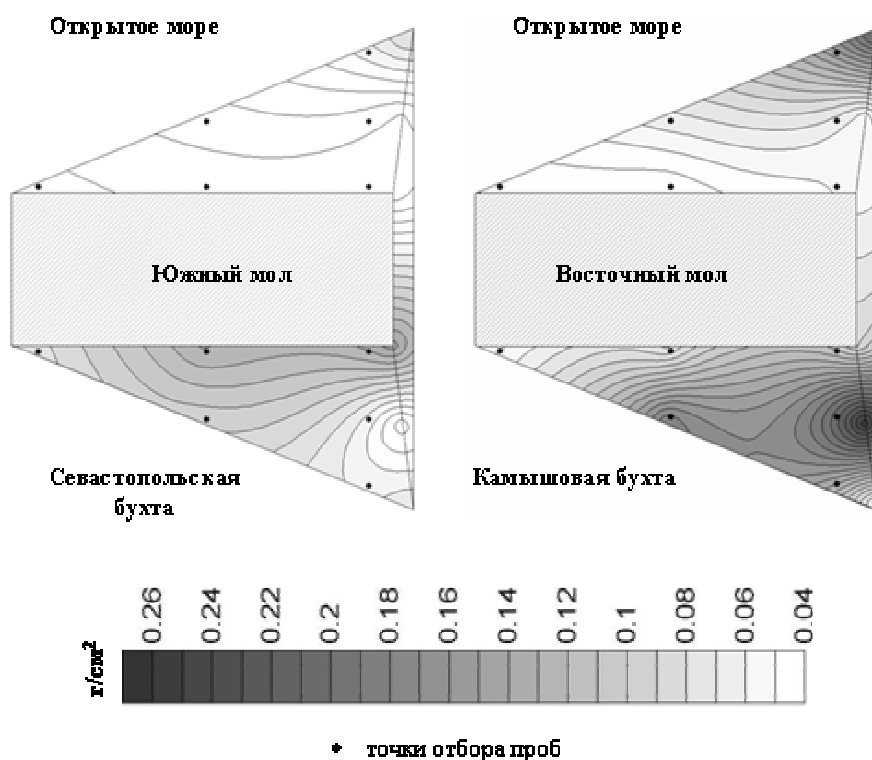


Рисунок 1. Расположение точек отбора проб и распределение ила на подводной части молов (г/см^2)

Figure 1. Scheme of sampling stations and silt distribution on the pier submarine part

Распределение ила по глубинам также различно для внешней и внутренней сторон молов. На внешней стороне обоих сооружений масса ила, покрывающего поверхность, возрастает с глубиной, достигая наибольших значений в нижнем горизонте. На внутренней стороне характер изменения массы заиления с глубиной не столь однозначен. На южном молу в его центральной части и основании данная величина мало отличается в верхнем и среднем горизонтах. На поверхности бетонных блоков восточного мола максимальная масса заиления была в среднем горизонте, имея примерно равные значения в верхнем и нижнем.

В целом средние значения массы ила на поверхности южного мола составляют $0,0625 \text{ г/см}^2$, восточного – $0,0878 \text{ г/см}^2$.

Данные о суммарном органическом веществе (СОВ) в илу на гидротехнических сооружениях приведены в табл. 1. Как видно из представленных данных, средние величины СОВ на южном молу составляли $31,5 \pm 3,1$ и $44,2 \pm 8,3$ мг/100 г соответственно для внутренней и внешней стороны сооружения. Более высокое содержание органического вещества на внешней стороне мола можно объяснить выходом у его основания канализационного коллектора, через который периодически происходит сброс многих тысяч кубометров сточных вод. Подобное явление наблюдалось нами ранее в прибрежных наносах пляжа бухты Голландия (один из северных заливов Севастопольской бухты) [5]. Наибольшая концентрация органического вещества, как с внутренней, так и с внешней стороны мола, наблюдается в поверхностном горизонте. По-видимому, здесь сказывается поступление органического вещества с надводной части мола, используемой в рекреационных целях.

Таблица 1. СОВ на подводной части южного мола Севастопольской бухты и восточного мола Камышовой бухты (мг / 100 г сухого веса)

Table 1. Common organic matter on the submarine part of southern pier of Sevastopol Bay and eastern pier of Kamishovaja Bay (mg / 100 g of dry weight)

Горизон- ты Сторона	Основание	Средняя часть мола		Оголовок мола			Средняя по горизонтам масса СОВ
	1 м	1 м	7 м	1 м	7 м	15 м	
Южный мол							
Внутренняя	40,1 ± 18,0	33,4 ± 9,8	21,5 ± 6,1	36,5 ± 5,5	32,8 ± 11,2	24,7 ± 5,4	31,5 ± 3,1
Внешняя	56,0 ± 7,8	69,7 ± 17,4	38,2 ± 12,8	51,8 ± 14,1	30,7 ± 6,0	18,9 ± 5,1	44,2 ± 8,3
Восточный мол							
Внутренняя	35,8 ± 4,3	30,5 ± 3,8	21,8 ± 5,0	24,4 ± 5,8	20,8 ± 1,7	16,7 ± 2,6	25,0 ± 3,1
Внешняя	30,7 ± 4,6	21,4 ± 2,7	24,4 ± 5,3	19,1 ± 3,9	14,1 ± 1,3	18,1 ± 0,6	21,3 ± 2,2

Общее содержание СОВ на восточном молу Камышовой бухты составляет $25,0 \pm 3,1$ мг/100 г на внутренней стороне и $21,3 \pm 2,5$ мг/100 г на внешней стороне сооружения, что, по сравнению с южным молотом Севастопольской бухты, значительно ниже. В отличие от Южного мола, здесь наблюдается небольшое превышение органики на внутренней, обращенной к порту, стороне мола. Это свидетельствует о влиянии периодического сброса сточных вод на увеличение содержания органического вещества с внешней стороны Южного мола.

Изучаемое суммарное органическое вещество (СОВ) представлено основными классами: белками, углеводами, липидно-углеводным комплексом (ЛУВ), куда входили нефтяные углеводороды (НУ). Последние особенно значимы в экологическом плане, их величины приведены на рис. 2.

На южном молу, на его внутренней стороне, средние величины углеводов были примерно одинаковы на всех горизонтах и составляли $5,9 \pm 0,2$ мг/100 мг. Так же распределялись нефтяные углеводороды с некоторым уменьшением их на нижнем горизонте. Так, на верхнем и среднем горизонтах концентрация составляла $1,4 \pm 0,3$ мг/100 мг, а на нижнем – $1,1 \pm 0,3$ мг/100 мг. На внешней стороны мола наблюдается четкое уменьшение концентрации общего содержания углеводов и нефтяных углеводородов от верхнего горизонта к нижнему. При этом в илу верхнего горизонта концентрация углеводов более чем в 2 раза превышала таковую на том же горизонте с внутренней стороны мола.

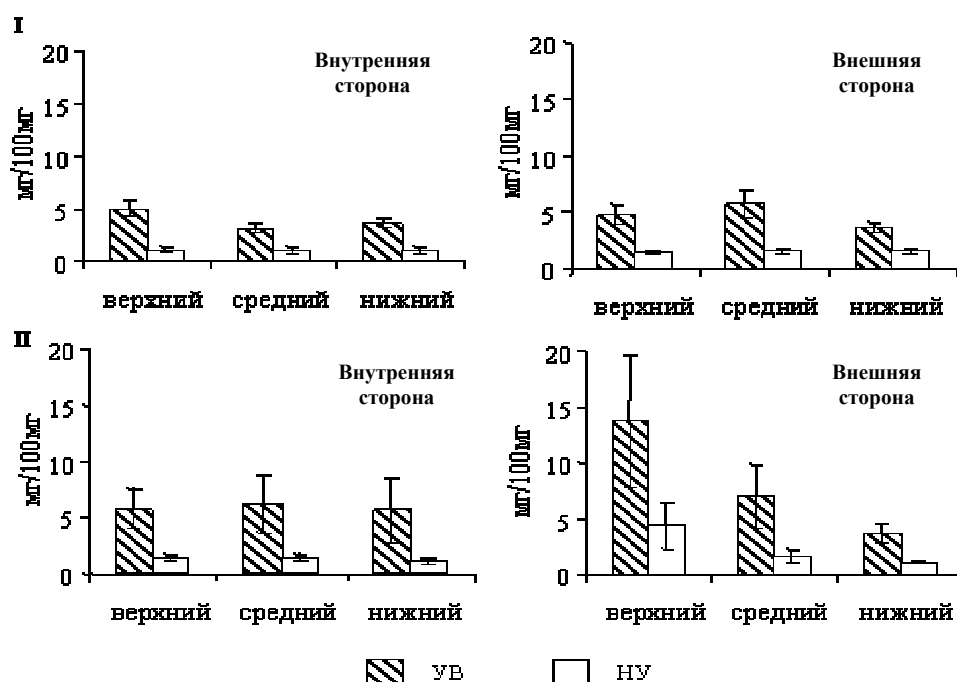


Рисунок 2. Содержание углеводородов (УВ) и нефтяных углеводородов (НУ) в перифитоне южного мола б. Севастопольской (I) и восточного мола б. Камышовой (II)
 Figure 2. Hydrocarbons and oil hydrocarbons contamination in the periphyton of southern pier of the Sevastopol Bay (I) and eastern pier of the Kamyshevaya Bay (II)

На внутренней стороне восточного мола (рис. 2) концентрация углеводородов и НУ составила $3,9 \pm 0,5$ мг/100 мг и $4,7 \pm 0,9$ мг/100 мг на внешней стороне.

Микробиологическая характеристика гидротехнических сооружений приведена в табл. 2.

Таблица 2. Средние величины микрофлоры илов гидротехнических сооружений (кл/г)
 Table 2. Average quantity of silt microflora on hydrotechnical constructions (cells / g)

Основание мола (верхний горизонт)		Середина мола (средний горизонт)		Оконечность мола (нижний горизонт)	
ГТ	НО	ГТ	НО	ГТ	НО
Южный мол					
Внутренняя сторона					
$8,3 \cdot 10^4$	$3,3 \cdot 10^2$	$2,1 \cdot 10^4$	$4,0 \cdot 10$	$2,6 \cdot 10^4$	$1,6 \cdot 10^2$
Внешняя сторона					
$1,1 \cdot 10^4$	$3,3 \cdot 10^3$	$1,9 \cdot 10^4$	$5,6 \cdot 10$	$1,0 \cdot 10^4$	$1,3 \cdot 10^2$
Восточный мол					
Внутренняя сторона					
$6,3 \cdot 10^6$	$9,3 \cdot 10$	$6,3 \cdot 10^6$	$9,3 \cdot 10$	$6,3 \cdot 10^6$	$1,7 \cdot 10^2$
Внешняя сторона					
$6,5 \cdot 10^6$	$2,4 \cdot 10^2$	$6,3 \cdot 10^6$	$2,7 \cdot 10^2$	$6,3 \cdot 10^6$	$1,1 \cdot 10^3$

Примечание: ГТ – общее количество гетеротрофных бактерий, НО – численность нефтеокисляющих бактерий.

Численность общего количества гетеротрофов на южном молу в целом находилась в пределах 10^4 кл/г, нефтеокисляющих – $10 - 10^3$ кл/г.

Общее количество гетеротрофов на восточном молу было в пределах 10^6 кл/г. Численность нефтеокисляющих бактерий от 25 до 950 кл/мл, в среднем эти колебания находились в пределах от десятков до тысяч кл/г.

Выводы. 1. Впервые получены данные по распределению массы ила, его органических компонентов и составу микрофлоры на южном молу у входа в Севастопольскую бухту и на восточном молу у входа в Камышовую бухту. Средние значения массы ила на подводной поверхности южного мола составляли $0,625 \text{ г/см}^2$ и $0,880 \text{ г/см}^2$ на восточном молу. **2.** СОВ ила на южном молу равно $37,8 \text{ мг/100 г}$ и восточном молу $23,0 \text{ мг/100 г}$. Отмечено увеличение СОВ в илу на внешней стороне южного мола за счет периодического сброса вод городской канализации. Средняя численность гетеротрофов в илу гидротехнических сооружений была в пределах $10^4 - 10^6$ кл/г, нефтеокисляющих – $10^2 - 10^3$ кл/г.

1. Витюк В. Д. Взвешенное вещество и его биогенные компоненты. – Киев: Наук. думка, 1983. – 210 с.
2. Егоров В. Н., Поликарпов Г. Г., Освас И. и др. Радиологический отклик Черного моря на Чернобыльскую ядерную аварию в отношении долгоживущих радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs // Морск. Экол. Журн. – 2002. – 1, № 1. – С. 5 – 15.
3. Заика В. Е., Валовая Н. А., Повчун А. С., Ревков Н. К. Митилиды Черного моря. – Киев: Наук. думка. – 1990. – 204 с.
4. Миловидова Н. Ю. Количественная характеристика мидий и митилястров гидротехнических сооружений и их роль в самоочищении портовых акваторий // Экология моря. – 1986. – Вып. 23. – С. 78 – 82.
5. Миронов О. Г., Гапонюк Т. О., Муравьева И. П., Замыслова Т. Н. Белки, аминокислоты и углеводы в прибрежных наносах Севастопольской бухты Черного моря // Морск. Экол. Журн. – 2003. – 2, № 3. – 2003. – С. 102 – 107.
6. Практикум по микробиологии / Под ред. Нетрусова А. И. – М.: Издательство центр «Академия», 2005. – 608 с.
7. Родина А. Г. Методы водной микробиологии. – М. – Л.: Наука, 1965. – 347 с.

Институт биологии южных морей НАН Украины,
г. Севастополь

Получено 06.03.2007

O. G. MIRONOV, I. P. MURAVYOVA, T. O. MIRONOVA,
O. V. SOLOVYOVA, J. V. DOROSHENKO

SILT SUBSTANCES ON HYDROTECHNICAL CONSTRUCTIONS IN SEVASTOPOL BAYS (BLACK SEA)

Summary

The data about the distribution of silts mass, its organic compounds and microflora composition on the southern pier at mouth of the Sevastopol Bay and on the eastern pier at mouth of the the Kamyshovaya bay are obtained for the first time.