

УДК 594.124.628.394.4 (262.5)

*О.В. Соловьева***ВОССТАНОВЛЕНИЕ МИТИЛИДНОГО ОБРАСТАНИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКОГО СООРУЖЕНИЯ В УСЛОВИЯХ СЕВАСТОПОЛЬСКОЙ БУХТЫ (ЧЕРНОЕ МОРЕ)**

В условиях портовых акваторий Крыма исследовалось обрастание гидротехнических сооружений, пострадавших в результате стихийного бедствия. Процесс восстановления митилидного обрастания набережной Севастопольской бухты, которое было практически полностью уничтожено в результате катастрофического шторма 11 ноября 2007 г., начался весной 2008 г., а к весне 2009 г. на большей части набережной завершился. Среди исследованных участков сооружения выделялся тот, на котором проводилась реконструкция в мае 2008 г. Динамика численности и биомассы митилид на нем отличалась от таковой на других отрезках набережной. На причале, сооруженном в конце мая 2008 г., в течение года не сформировалось митилидное обрастание, характерное для искусственных субстратов в Севастопольской бухте.

Ключевые слова: мидии, митилястеры, численность, биомасса, размерный состав, Севастопольская бухта, бетонная набережная.

Штормовые ветра наносят существенный ущерб прибрежным районам, нарушая как хозяйственный комплекс, так и экологию региона: подвергаются уничтожению сообщества мелководий и верхних горизонтов твердых субстратов. Восстановление этих биоценозов может занимать достаточно продолжительное время [1; 2].

Сообщества, существовавшие на гидротехнических сооружениях Севастопольской акватории, претерпели значительные изменения в результате катастрофического шторма, который состоялся 11 ноября 2007 г. Как показало обследование подводной части конструкций, обрастание на их верхних горизонтах (на глубине 5–7 м) было практически полностью уничтожено. На примере одного из крупных гидротехнических сооружений, которое получило значительные повреждения в результате указанного шторма, можно проследить ход восстановления сообщества обрастания на поверхности морских конструкций.

В качестве модельного объекта была выбрана набережная на участке между мысами Николаевским и Хрустальным (рис.), которая является крупным гидротехническим сооружением, опоясывающим значительную часть побережья Севастопольской бухты. До шторма, в период с 2004 по 2006 г., мы исследовали обрастание *Mytilus galloprovincialis* Lam. и *Mytilaster lineatus* Gmel. на указанном объекте [3]. Данные за 2007 г., предшествующий катастрофе, отсутствуют, так как результаты, полученные в 2006 г., относились к серии работ, охватывавших 2004–2006 гг. и завершающихся к тому времени. Новый интерес к исследованию данного объекта возник после шторма, существенно повлиявшего на состояние гидротехнического сооружения.

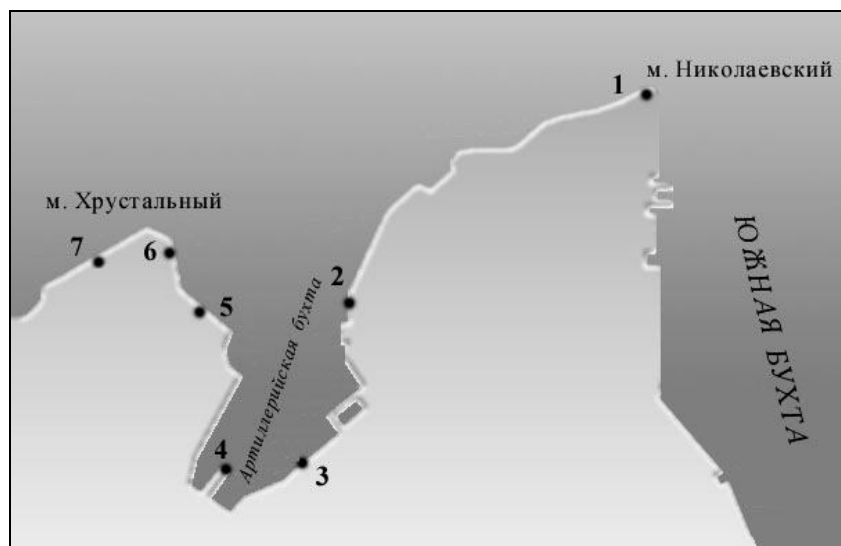


Рис. Схема отбора проб на набережной

В ноябре 2007 г. некоторые участки набережной были разрушены (станция 2, расположенная напротив входа в бухту). На других макрообрастание, в частности митилидное (мидии и митилястеры), было полностью уничтожено. Интересной особенностью данного объекта являлось то, что весной (в конце мая) 2008 г. разрушенные участки набережной были реконструированы и во время настоящего исследования представляли собой совсем новые причалы, на которых формирование сообщества началось с момента их постройки. Другие участки хотя и были повреждены, но восстановление обрастания на них началось сразу после шторма. На момент данного исследования прошло около года со времени реконструкции сооружения. Можно полагать, что митилидное обрастание уже сформировалось. Однако насколько поселение мидий и митилястеров, существовавшее в 2009 г. на поверхности набережной, отличалось от того, что функционировало до шторма, неизвестно.

Исходя из этого, целью работы является оценка митилидного обрастания, сформировавшегося в период после шторма на гидротехнических сооружениях (на примере набережной Севастопольской бухты).

Материалы и методы исследований

Материал собран на семи станциях (ст.), расположенных вдоль набережной Севастопольской бухты, между мысами Николаевским и Хрустальным (рис.). Пробы были отобраны в результате трех съемок (весной 2006 г., 2008 г., 2009 г. и в сентябре 2009 г.) ручным скребком с глубины 0,5–1 м на площадке 25×25 см. На каждой станции материал отбирали в пяти повторностях. Таким образом, общее число проб, собранных на семи станциях, составило 140.

Из образцов обрастания, собранных с поверхности набережной Севастопольской бухты, отбирали мидий (*Mytilus galloprovincialis* Lam.) и митилястеров (*Mytilaster lineatus* Gmel.). Далее их измеряли штангенциркулем (точность 0,1 мм) и разделяли на размерные группы 1–10, 11–20, 21–30, 31–40, 41–50, 51–60, 61–70, 71–80, 81–90, 91–100 мм. Особи с пограничным размером относили к группе более крупных организмов. Особей мельче 1 мм не учитывали. Моллюсков взвешивали на технических весах (точность 0,1 г).

Для статистической обработки материала использовался однофакторный дисперсионный анализ (программа Microsoft Excel). Проверка достоверности различия двух выборок проводилась по критерию знаков [4].

Результаты и их обсуждение

Обследование подводной части набережной в период после шторма в ноябре 2007 г. показало отсутствие митилидного обрастания на его поверхности. В дальнейшем на протяжении двух лет нами проводилось изучение состояния митилидного обрастания гидротехнического сооружения в весенний период. В 2008 г. в отобранном материале присутствовали единичные особи мидий (табл. 1). Во время весенней съемки 2009 г. были обнаружены мидии, численность которых по сравнению с данными, полученными нами в 2006 г., возросла в 3,6 раза. Биомасса мидий на набережной по сравнению с 2006 г. в 2008 г. снизилась в 13 раз, а в 2009 г. в 6 раз превышала исходные значения (табл. 1).

Таблица 1

Численность и биомасса мидий на бетонной набережной Севастопольской бухты

Станции отбора проб	Численность, экз./м ²			Биомасса, г/м ²		
	весна 2006 г.	весна 2008 г.	весна 2009 г.	весна 2006 г.	весна 2008 г.	весна 2009 г.
1	1575	192	780	76	≈0	94
2	1130	–	6357	217	–	137
3	370	96	4565	765	1	1919
4	3440	368	7965	2875	4	6861
5	2990	–	6155	90	–	7099
6	1790	16	11790	701	≈0	10022
7	1075	224	744	648	3	6098
Среднее	1767	128	6436	767	2	4604

В 2008 г. митилястеры на набережной практически отсутствовали (табл. 2). Весной 2009 г. средняя численность митилястеров существенно выросла и достигла значений 2006 г. Сравнение с данными 2006 г. также показало отсутствие значимого изменения средней биомассы митилястеров на набережной Севастопольской бухты.

Таблица 2

Численность и биомасса митилястеров на бетонной набережной Севастопольской бухты

Станции отбора проб	Численность, экз./м ²			Биомасса, г/м ²		
	весна 2006 г.	весна 2008 г.	весна 2009 г.	весна 2006 г.	весна 2008 г.	весна 2009 г.
1	610	-	1340	146	-	89
2	2715	-	1695	257	-	9
3	2610	16	1755	342	≈0	86
4	2500	-	8185	220	-	544
5	3775	32	2335	121	≈0	117
6	8000	16	4715	229	≈0	189
7	8160	32	12625	248	≈0	1006
Среднее	4053	14	4664	223	≈0	291

В пробах 2008 г. только 2 мидии имели длину более 10 мм. В 2009 г. моллюски данного вида были представлены особями длиной от 1 до 60 мм (табл. 3). Основная часть (96 %) численности приходилась на особи длиной до 40 мм, которые были обнаружены на всех исследованных станциях. Моллюски длиной 51–60 мм найдены только на ст. 4 и 5. Одна из них расположена в кутовом участке Артиллерийской бухты, а вторая – на территории городского пляжа. Самые мелкие мидии были обнаружены на ст. 2: размер моллюсков не превышал 40 мм, а 97 % приходилось на организмы длиной до 10 мм.

Таблица 3

Размерный состав мидий на набережной Севастопольской бухты

Период исследования	Размерная группа, мм	Станции отбора проб							
		1	2	3	4	5	6	7	среднее
Весна 2006 г.	1–10	95 %	84 %	8 %	43 %	94 %	36 %	30 %	56 %
	11–20	4 %	6 %	26 %	19 %	5 %	44 %	35 %	19 %
	21–30	1 %	7 %	22 %	11 %	1 %	13 %	22 %	11 %
	31–40	–	2 %	32 %	16 %	≈0 %	7 %	13 %	10 %
	41–50	–	≈0 %	8 %	9 %	≈0 %	≈0 %	–	3 %
	51–60	–	–	4 %	2 %	–	≈0 %	–	1 %
Весна 2008 г.	1–10	100 %	–	83 %	100 %	–	100 %	86 %	94 %
	11–20	–	–	17 %	–	–	–	14 %	6 %
	21–30	–	–	–	–	–	–	–	–
	31–40	–	–	–	–	–	–	–	–
	41–50	–	–	–	–	–	–	–	–
	51–60	–	–	–	–	–	–	–	–
Весна 2009 г.	1–10	95 %	97 %	8 %	43 %	94 %	36 %	30 %	58 %
	11–20	4 %	1 %	26 %	19 %	5 %	44 %	35 %	18 %
	21–30	1 %	1 %	22 %	11 %	1 %	13 %	22 %	10 %
	31–40	–	≈0 %	32 %	16 %	–	7 %	13 %	10 %
	41–50	–	≈0 %	8 %	9 %	–	≈0 %	–	3 %
	51–60	–	–	4 %	2 %	–	–	–	1 %

Весной 2008 г. на набережной обитали митилястеры, размер которых не превышал 10 мм (табл. 4). Эти же моллюски в 2009 г. были представлены особями длиной от 1 до 20 мм. Организмы крупнее 21 мм не обнаружены ни на одной станции отбора проб. Основная доля общей численности моллю-

сков (71 %) приходилась на особи длиной до 10 мм. На ст. 4 и 7 митилястеры были несколько крупнее, чем на остальных. На указанных станциях на долю размерной группы 1–10 мм приходилось от 48 до 50 % численности данного вида. Самые мелкие митилястеры были обнаружены на ст. 2, где на моллюсков длиной до 10 мм приходилось почти 100 %.

Таблица 4

Размерный состав митилястеров на набережной Севастопольской бухты

Период исследования	Размерная группа, мм	Станции отбора проб							
		1	2	3	4	5	6	7	среднее
Весна 2006 г.	1–10	33 %	77 %	30 %	64 %	84 %	93 %	86 %	66 %
	11–20	66 %	23 %	70 %	36 %	16 %	7 %	14 %	33 %
	21–30	1 %	≈0 %	1 %	≈0 %	≈0 %	≈0 %	≈0 %	≈0 %
Весна 2008 г.	1–10	–	–	100 %	–	100 %	100 %	100 %	100 %
	11–20	–	–	–	–	–	–	–	–
	21–30	–	–	–	–	–	–	–	–
Весна 2009 г.	1–10	71 %	100 %	64 %	50 %	75 %	76 %	52 %	71 %
	11–20	29 %	≈0 %	36 %	50 %	25 %	24 %	48 %	29 %
	21–30	–	–	–	–	–	–	–	–

За период исследований (2006–2009 гг.) численность митилидных моллюсков на набережной претерпела существенные изменения. В результате шторма в ноябре 2007 г. их поселения были уничтожены, после чего следовал период восстановления обрастания исследуемых поверхностей.

Из известных закономерностей формирования обрастания искусственных субстратов в условиях Севастопольской бухты появление первых митилидных моллюсков должно начаться в весенние месяцы 2008 г. В этот период и была проведена первая после шторма съемка обрастания с поверхности гидротехнического сооружения. Весной 2008 г. в пробах были обнаружены единичные особи митилид, по большей части мидий, оседание которых хоть и имеет четко выраженные пики, но происходит круглогодично [5]. Размер этих моллюсков, за исключением двух особей, не превышала 10 мм. Таким образом, в мае 2008 г. на поверхности набережной только начали появляться мидии и митилястеры. Это может быть связано с тем, что в сообществах, начало формирования которых приходится на ноябрь (все участки набережной, за исключением ст. 2), единичные экземпляры мидий включаются в ценоз через 6 месяцев развития, а сплошное мидиевое обрастание формируется через 12 месяцев [6].

Таким образом, восстановление митилидного сообщества после шторма происходило активно с весны 2008 г. Представляется целесообразным сравнивать показатели исходного обрастания (2006 г.) и восстановленного (2009 г.). При рассмотрении динамики численности мидий следует отметить рост данного показателя на поверхности набережной в 2009 г. относительно 2006 г. При предшествующих исследованиях обрастания сооружения, проведенных в различные сезоны 2004–2006 гг. [3], средняя численность мидий составляла 2027 экз./м², а в весенний период – 1225 экз./м². Если рассматривать изменение численности мидий в период с весны 2006 г. по весну 2009 г. для каждой из станций (табл. 1), то на ст. 1 и 7 этот показатель сократился в 2 раза. На остальных участках возрос в 2–12 раз, при этом наибольший прирост численности весной 2009 г. относительно данных 2006 г. (в 12 раз) был на ст. 3.

Численность митилястеров с 2006 г. по 2009 г. на ст. 1, 4 и 5 увеличилась в 1,5–3 раза, в то время как на остальных ст. 2, 3, 6 и 7 понизилась в 1,5 – 2 раза. Сравнение размерного состава мидий весной 2009 и 2006 гг. (табл. 3), показывает, что диапазон их размеров на набережной не изменился. Как и весной 2006 г., на данном гидротехническом сооружении обитают моллюски длиной от 1 до 60 мм. Следует отметить, что размерный состав моллюсков в 2006 и 2009 гг. не различался на всех станциях, за исключением ст. 2, где в 2009 г. моллюски были мельче, чем в 2006 г., и основная часть (97 %) приходилась на молодь длиной до 10 мм. Весеннее преобладание молоди можно связать с пиком оседания мидий, приходящимся на март-июнь [7].

Выше было отмечено, что в 2009 г. на ст. 2 мидии были значительно мельче, чем на остальных шести станциях. Особи крупнее 40 мм вообще не были обнаружены. В 2006 г. размерный состав существенно отличался от среднего по набережной. Моллюски были длиной до 50 мм, хотя на мо-

лодь длиной до 10 мм на этой станции приходилось до 84 % численности вида при среднем показателе 56 %. Следует отметить, что этот средний показатель имеет большую дисперсию, так как на двух прилежащих станциях доля указанной размерной группы была 95 % (на ст. 1) и 8 % (на ст. 3).

Размерный состав митилястеров в весенний период 2006 и 2009 гг. как в среднем по набережной, так и по отдельным станциям не различался. За исключением ст. 2, где весной 2006 г. моллюски были несколько мельче, чем в 2009 г. Весной 2006 г. были обнаружены организмы длиной от 1 до 30 мм (табл. 4). Они были единичными и присутствовали на всех станциях. На ст. 1, 3 и 4 в период проведенных съемок доля особей длиной 11–20 мм была выше, чем на других станциях. На ст. 2 в 2006 г. и 2009 г. размерный состав соответствовал среднему по набережной.

Судя по размерному составу моллюсков на набережной (за исключением ст. 2) весной 2009 г., который соответствует таковому в аналогичный сезон 2006 г., а также показателям численности и биомассы, которые совпадают с теми, что отмечались до катастрофического шторма, или даже превышают их (это может объясняться межгодовой изменчивостью), можно полагать, что весной 2009 г. года нами обследовано восстановленное митилидное обрастание набережной. Ранее также указывалось, что сообщества, которые начали формироваться в ноябре, через 12 месяцев достигают климатического состояния [5].

Из полученных данных следует, что митилидное обрастание на ст. 2 в период проведения съемки 2009 г. отличалось от такового на других участках сооружения, что связано с более поздним и отличным по сезону временем начала процесса обрастания бетонного причала. В пробах, отобранных в апреле на данном участке сооружения, мидии не достигали 10 мм в длину. Численность мидий в апрельских пробах была 7869 экз./м², при биомассе около 16 г/м². Большая часть моллюсков была длиной 2–3 мм. Для митилястеров на этой станции во время весенней съемки 2009 г. были отмечены более низкие значения численности моллюска, чем в 2006 г. Численность, которая на данной станции в 2006 г. составляла 5925 экз./м², к весне 2009 г. понизилась до 1695 экз./м². В пробах (как видно по размерам моллюсков) отсутствовали особи, осевшие в прошлом году. В этом же году пик оседания митилястеров (июль-сентябрь) [7] еще не наступил, то есть можно было ожидать, что при осенней съемке, численность митилястеров возрастет, что будет связано с массовым оседанием спата этих моллюсков. Поэтому рассмотрим эту станцию подробнее и дополним информацию о ней данными, полученными осенью 2009 г. в период, последующий за массовым оседанием молоди (табл. 5, 6).

Таблица 5

Численность и биомасса митилидных моллюсков на бетонной набережной Севастопольской бухты осенью 2009 г.

Станции отбора проб	Мидии		Митилястеры	
	численность, экз./м ²	биомасса, г/м ²	численность, экз./м ²	биомасса, г/м ²
1	565	826	925	91
2	5200	616	21065	322
3	7420	6222	2295	172
4	7425	5742	5680	429
5	13150	5850	4795	247
6	9415	8926	9885	515
7	4635	3613	6620	371
среднее	6830	4542	7324	307

Рост численности митилястеров на ст. 2 в период массового оседания спата был активнее, чем на других участках набережной. Этот показатель возрос в 12 раз на ст. 2, в то время как на ст. 3, 5, 6 – не более чем в 2 раза, а на ст. 1, 4, 6 понизился. Для мидии подобного явления не отмечено. Ее численность на ст. 2 находилась в пределах средней по набережной. При этом видно, что большая часть моллюсков, обнаруженных весной 2009 г., осела во время весеннего пика, в отличие от других станций, где при сходной численности биомасса была существенно выше. Отличия в характере обрастания на ст. 2, как сказано выше, могут быть объяснены недостижением сообществом климаксного состояния. В литературе описывается, что в условиях Севастопольской бухты, на субстратах, формирование обрастания на которых началось с мая, в течение года не наступает данного состояния. В то

время как сообщества, которые начали формироваться в ноябре, через 12 месяцев достигают его [5]. Судя по всему, на ст. 2, возведенной в мае, ценоз еще не достиг климаксного состояния, так как на подобных субстратах первичная сукцессия не завершается за 12 месяцев [5].

Таблица 6

Размерный состав митилидных моллюсков на бетонной набережной Севастопольской бухты осенью 2009 г.

Период исследования	Размерная группа, мм	Станции отбора проб							
		1	2	3	4	5	6	7	среднее
Мидии	1-10	11 %	59 %	2 %	33 %	45 %	4 %	13 %	24 %
	11-20	29 %	36 %	25 %	31 %	23 %	28 %	25 %	28 %
	21-30	36 %	5 %	53 %	19 %	16 %	35 %	44 %	30 %
	31-40	19 %	≈0 %	18 %	10 %	13 %	26 %	15 %	14 %
	41-50	4 %	—	2 %	6 %	2 %	7 %	2 %	4 %
	51-60	—	—	—	1 %	≈0 %	—	—	≈0 %
Митилястеры	1-10	98 %	43 %	48 %	71 %	69 %	63 %	62 %	41 %
	11-20	2 %	57 %	52 %	29 %	31 %	37 %	38 %	59 %
	21-30	—	—	—	—	—	—	—	—

Можно подытожить, что митилиды, обнаруженные на ст. 2 в ходе 2-х съемок 2009 г., судя по размерам моллюсков и литературным данным, осели на поверхность причала не ранее ноября 2008 г. Следов мидий и митилястеров, осевших в период с конца мая 2008 г. (постройка причала) до ноября 2008 г., не обнаружено. Таким образом, к осени 2009 г. на ст. 2 не сформировалось митилидное обрастание, характерное для искусственных субстратов в Севастопольской бухте [5; 8; 9].

Заключение

Митилидное обрастание, практически уничтоженное в ноябре 2007 г., проходило закономерный для условий Севастопольской бухты процесс восстановления, который, судя по всему, завершился в течение года и на поверхности гидротехнического сооружения начал функционировать свойственный искусственным субстратам данной акватории митилидный покров. При этом обрастание набережной, колонизация митилидными моллюсками которой началась весной 2008 г., в 2009 г. отличалось от того, что существовало до разрушительного шторма. Средняя численность мидий, обитавших в 2009 г. на набережной, в три раза выше, чем в 2006 г. Численность митилястеров на гидротехническом сооружении соответствовала показателям 2006 г. Диапазон размеров моллюсков не изменился, и в соответствующий сезон (весна) размерная структура поселений мидий и митилястеров не различалась. Исключение составляла ст. 2, разрушенная штормом и восстановленная в мае 2008 г. На ней обрастание было не таким, как на остальных станциях, не претерпевших столь существенных изменений. В пробах отсутствовали особи, осевшие ранее ноября 2008 г. То есть в период с мая по ноябрь 2008 г., когда шла активная колонизация набережной митилидами, такое обрастание на ст. 2 отсутствовало. В результате на причале, погруженном в воду в конце мая 2008 г. (момент постройки), в течение года не сформировалось митилидное обрастание, характерное для искусственных субстратов в Севастопольской бухте.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Cocito S., Ferdeghini F., Sgorbini S. *Pentapora fascialis* (Pallas) [Cheilostomata: Ascophora] colonization of one sub-littoral rocky site after sea-storm in the northwestern Mediterranean // *Hydrobiologia*. 1998. 375/376 (0). January 1. P. 59-66.
2. Moring J.R. Short-term changes in tidepools following two hurricanes // *Hydrobiologia*. 1996. 328 (2). August 1. P. 155-160.
3. Соловьева О.В. Влияние гидротехнических сооружений на процессы самоочищения в прибрежной зоне Черного моря: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Севастополь, 2008. 22 с.
4. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. М.: Физматлит, 2006. 816 с.

5. Брайко В.Д., Долгопольская М.А. Основные черты формирования ценоза обрастания // Гидробиол. журн. 1974. Т. 2, № 10. С. 11-19.
6. Далекая Л.Б. Структурные характеристики поселений митилид в сообществах обрастания искусственных субстратов // Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона: Материалы VII Международ. конф. Керчь, 2012. Т. 2. С. 100-104.
7. Мурина Г.В. Роль двустворчатых моллюсков в меропланктоне крымского побережья // Моллюски. Проблемы систематики, экологии и филогении: авторефераты докладов. СПб., 2000. С. 95-96.
8. Долгопольская М.А. Экспериментальное изучение процесса обрастания в море // Тр. Севастоп. биол. станции. 1954. Т. 8. С. 155-173.
9. Соловйова О.В. Мідійне обростання кам'яних та бетонних гідротехнічних споруд // Молодь та поступ біології: Друга міжнар. наук. конф. студентів і аспірантів: Зб. тез. Львів, 2006. С. 223.

Поступила в редакцию 27.05.15

O.V. Solovyova

RECOVERY OF MYTILIDAE FOULING OF HYDRAULIC STRUCTURES IN THE SEVASTOPOL BAY (BLACK SEA)

Mytilidae fouling of hydraulic structures destroyed by the catastrophic storm was studied in conditions of Crimean harbors. The recovery process of mytilidae fouling of the Sevastopol Bay quay, which was almost completely destroyed by a catastrophic storm in November 11, 2007, began in the spring of 2008 and by the spring of 2009 this process ended on the most part of the waterfront. Among the investigated structures there was a special one which was reconstructed in May, 2008. Dynamics of abundance and biomass of mussels there differed from the corresponding values on other segments of the waterfront. On the quay built in the end of May, 2008, mytilidae fouling typical for artificial substrates in the Sevastopol bay wasn't formed during a year.

Keywords: mussels, mytilasters, population size, biomass, size structure, Sevastopol bay, concrete waterfront.

Соловьева Ольга Викторовна,
кандидат биологических наук, старший научный
сотрудник отдела морской санитарной гидробиологии

Институт морских биологических исследований
им. А.О. Ковалевского РАН
299011, Россия, г. Севастополь, пр. Нахимова, 2
E-mail: kozl_ya_oly@mail.ru

Solovyova O.V.,
Candidate of Biology, Senior researcher
at Department of marine sanitary hydrobiology

Institute of Marine biological researches RAS
Nakhimova ave., 2, Sevastopol, Russia, 299011
E-mail: kozl_ya_oly@mail.ru