**О.В. Соловьёва**

# Митилидный биофильтр крупного гидротехнического сооружения в акватории севастопольской бухты (Чёрное море)

В статье представлены результаты исследования поселения моллюсков *Mytilus galloprovincialis* Lam. и *Mytilaster lineatus* Gmel. на подводной части набережной Севастопольской бухты, проведенные зимой 2015 года. В ходе осуществленного сравнения с аналогичным исследованием 2006 года выявлена перестройка структуры поселений, которая привела к двукратному росту мощности биофильтра, формируемого моллюсками на поверхности гидротехнического сооружения. Мощность митилидного биофильтра на подводной части набережной зимой 2015 г. составила 5 876 л · сут.$^{-1}$ · м$^{-2}$.

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

Митилидное обрастание (*Mytilus galloprovincialis* Lam. и *Mytilaster lineatus* Gmel.) гидротехнических сооружений в портовых акваториях является важным компонентом экосистемы. Формируя мощные биофильтры, оно оказывает положительное влияние на экологическое состояние побережья. Ранее делались оценки мощности таких биофильтров для различных акваторий [1; 6], в частности, для Севастопольской бухты. Было установлено, что наиболее мощный биофильтр (порядка 130 тыс. м$^3$ · сут$^{-1}$) образуется мидиями и митилястерами, обитающими на поверхности бетонной набережной бухты на участке между мысами Николаевским и Хрустальным [6] (рис. 1).

Численность данных моллюсков на указанном сооружении в период с 2004 по 2006 гг. составляла 2 027 ± 309 и 6 459 ± 657 экз. · м$^{-2}$ соответственно. В дальнейшем, в результате шторма в ноябре 2007 г., обрастание на набережной было практически полностью уничтожено, но к сентябрю 2009 г. восстановилось. Средние показатели численности мидий и митилястеров весной 2009 г. примерно соответствовали показателям предыдущей съёмки, а в сентябре 2009 г. после прошедшего массового оседания моллюсков составили: для мидий — 6 830 экз. · м$^{-2}$, а для митилястеров — 7 324 экз. · м$^{-2}$.

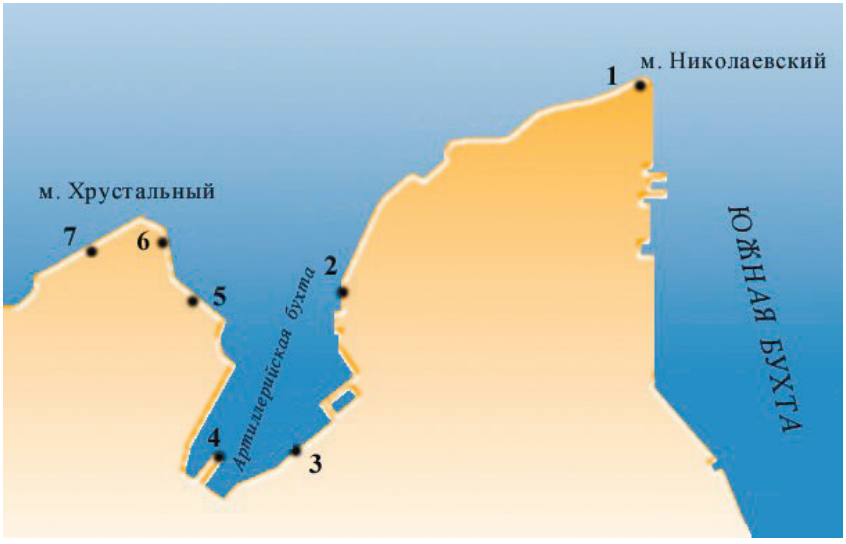


**Рис. 1.** Схема отбора проб на набережной Севастопольской бухты

С 2010 г. обследования митилидного обрастания набережной не проводились. Вместе с тем на различных участках Черноморского побережья отмечены изменения, происходящие в митилидных поселениях [2–3]. Указано, что мидии становятся мельче и малочисленнее, а митилястеры заселяют освободившиеся поверхности. При этом происходит трансформация мощности естественных биофильтров, что вызывает изменение потенциала самоочищения акваторий. Поэтому целью настоящей работы стало определение современных количественных характеристик поселений мидий и митилястеров, а также оценка мощности биофильтра, формируемого ими на поверхности крупного гидротехнического сооружения Севастопольской бухты, имеющего важное значение в создании потенциала естественного самоочищения акватории севастопольской бухты. Проведено сравнение современных показателей с данными съёмки 2006 г.

**Материал и методы.** Материал собран на семи станциях (ст.), расположенных вдоль набережной Севастопольской бухты, между мысами Николаевским и Хрустальным (см. рис. 1). Пробы были отобраны в феврале – марте 2015 г. ручным скребком с глубины 0,5–1 м на площадке 16 × 16 см. На каждой станции материал отбирали в трёх повторностях. В 2006 г. пробы отбирались по той же схеме станций в аналогичный период с площадки 25 × 25 см в пяти повторностях. Таким образом, общее число проб, собранных на семи станциях, составило 56.

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).

Фильтрационная работа (л · сут.$^{-1}$ · м$^{-2}$), совершаемая за сутки моллюсками, обитающими на 1 м$^2$ гидротехнического сооружения оценивалась исходя из средней скорости фильтрации моллюсков в *i*-ой размерной группе ($F_i$, л · экз.$^{-1}$ · сут.$^{-1}$) [4–5] и численности размерных групп ($N_i$, экз. · м$^{-2}$) по формуле 1:

$$F_{\Sigma} = \Sigma\left(F_i \cdot N_i\right). \quad (1)$$

**Результаты и обсуждение.** Из данных таблицы 1 видно, что за период с 2006 по 2015 гг. показатели численности и биомассы мидий значительно сократились. Численность снизилась на всех станциях, при этом на ст. 1, 2, 3 и 5 она изменилась в 3–4 раза. Биомасса также либо снизилась, либо осталась неизменной. Наибольшее сокращение биомассы мидий отмечено на ст. 2, 3 и 7, где она изменилась в 17, 48 и 6 раз соответственно. При этом на ст. 7, где в 2015 г. мидий стало в три раза больше, чем было в 2006 г., их биомасса уменьшилась почти в шесть раз. На ст. 5 и 6, несмотря на снижение численности моллюсков, отмечен рост их биомассы.

Показатели численности и биомассы митилястеров на поверхности сооружения изменились в меньшей степени, чем для мидий. Так, снижение численности моллюсков в 2–3 раза отмечено только на 3-х станциях (ст. 2, 3 и 7), при этом биомасса сократилась только на ст. 2 и 3. На остальных участках набережной отмечено двукратное повышение численности данных моллюсков и прирост их биомассы.

Неясным остаётся причина сокращения численности мидий. Зачастую такие явления могут быт связаны с сильными штормами, уничтожающими обрастание верхних горизонтов гидротехнических сооружений. Подобное явление отмечалось в 2007 г. [7]. Также это может быть вызвано наличием экстремальных температур [2]. В 2014–2015 гг. не было отмечено ни сильных штормов, ни экстремальных температур, способных вызвать массовую гибель моллюсков. Поэтому подобное явление сложно объяснить этими факторами. Причиной исчезновения мидий могло стать сокращение кормовой базы. К тому же следует указать на тот факт, что сокращение численности мидий было отмечено по всему крымскому побережью [3] и в других частях северо-западного сектора Чёрного моря [1]. Авторы считают, что деградация поселений мидий на берегоукрепительных сооружениях может являться также прямым следствием общего снижения биологического потенциала маточного стада моллюсков в донных биоценозах шельфа этого региона Чёрного моря в результате заморов и усилившейся эвтрофикации [8]. Не исключено и влияние хищничества со стороны брюхоногого моллюска рапаны *Rapana thomasiana* [1].

Размерный состав митилид также претерпел изменения. Данные о нём представлены на рисунке 2. В 2015 г., как и прежде, были обнаружены мидии

в диапазоне размеров 1–60 мм, при этом основная доля (56 %) приходилась на молодь длиной до 10 мм. Численность размерных групп мидий 20–40 мм возросла, доля остальных моллюсков в общей численности стала меньше. Крупные моллюски (50–60 мм) встречались редко, и только на некоторых станциях: в 2006 г. они обнаружены на расположенных в кутовой части бухты (ст. 3 и 4), а в 2015 г. на ст. 4 и 6. Последняя станция расположена на достаточно открытом для волнового воздействия участке набережной. На ст. 3 в 2006 г. присутствовали представители всех размерных групп в диапазоне 1–60 мм, а в 2015 г. — мидии были не крупнее 30 мм. Подобное же явление отмечено на ст. 2, где моллюски стали мельче, и их размер не превысил 20 мм, а в 2006 г. он достигал 40 мм. Обратное явление отмечено на ст. 5, 6 и 7, находящихся в районе м. Хрустальный, где моллюски стали крупнее. Диапазон размеров моллюсков там расширился с 1–40 до 1–60 мм, при этом доля мелких организмов сократилась.

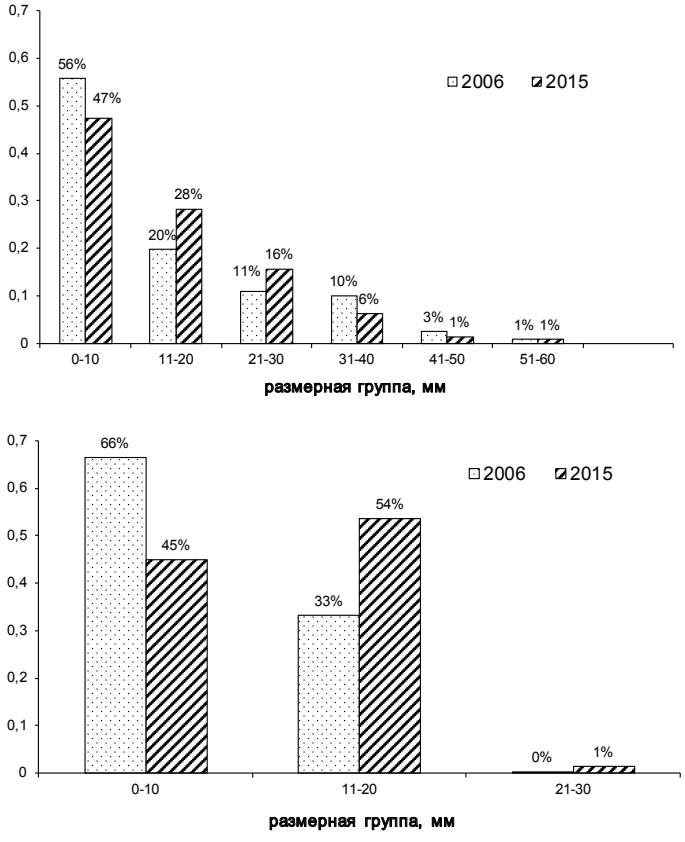


**Рис. 2.** Размерный состав мидий и митилястеров на подводной части набережной Севастопольской бухты

Митилястеры в среднем по набережной стали крупнее. Это отмечено повсеместно, за исключением ст. 1 и 3, на которых размерная структура последних изменилась несущественно, хотя и возросла доля наиболее

крупных организмов. Крупные митилястеры (длиной 20–30 мм) ранее отмечены на двух станциях, а их доля не превышала 1 %, то в 2015 г. их удалось обнаружить на четырех участках сооружения, а их удельный вес в численности доходил до 5 %.

Исходя из численности и размерного состава моллюсков, нами была сделана оценка фильтрационной работы, проводимой данным поселением (рис. 3).

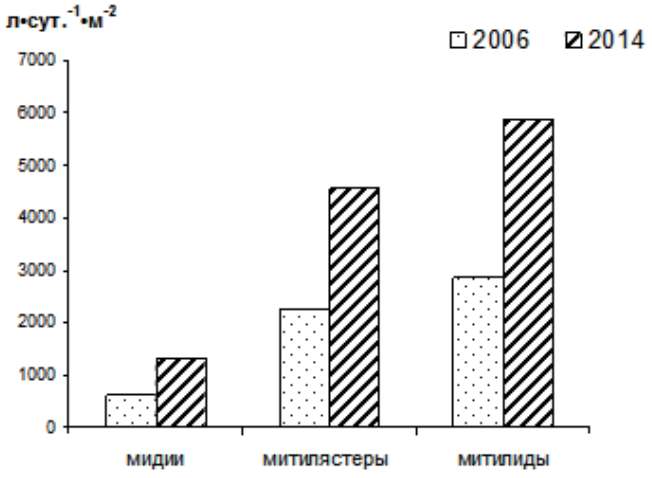


**Рис. 3.** Объёмы биофильтра, формируемого мидиями и митилястерами

Мощность биофильтра, формируемого мидиями, увеличилась с 611 до 1 310 л · сут.$^{-1}$ · м$^{-2}$, а митилястерами — с 2 247 до 4 566 л · сут.$^{-1}$ · м$^{-2}$. Таким образом, обе величины возросли в два раза, увеличив потенциал самоочищения акватории. Мощность митилидного биофильтра на подводной части набережной зимой 2015 г. составила 5 876 л · сут.$^{-1}$ · м$^{-2}$.

**Заключение.** Можно подытожить, что в период с 2006 по 2015 гг. мидий на поверхности набережной стало меньше, при этом они стали немного крупнее, поэтому биомасса моллюсков изменилась меньше, чем численность. Митилястеров, напротив, стало больше, их биомасса возросла и они были крупнее, нежели это отмечалось в предыдущие годы (см. табл. 1).

Перестройка структуры митилидных поселений привела к изменению мощности биофильтра, формируемого моллюсками на поверхности гидротехнического сооружения. Как показали наши расчёты, мощность биофильтра, создаваемого мидиями, возросла с 611 до 1 310 л · сут.$^{-1}$ · м$^{-2}$, а митилястерами — с 2 247 до 4 566 л·сут.$^{-1}$ · м$^{-2}$. Таким образом, обе величины возросли в два раза, увеличив потенциал самоочищения акватории. Мощность митилидного биофильтра на подводной части набережной зимой 2015 г. составила 5 876 л · сут.$^{-1}$ · м$^{-2}$.

**Таблица 1**

**Численность и биомасса мидий и митилястеров на набережной Севастопольской бухты**

| Номер станции | Мидии | | | | Митилястеры | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Численность, экз. · м$^{-2}$ | | Биомасса, г · м$^{-2}$ | | Численность, экз. · м$^{-2}$ | | Биомасса, г · м$^{-2}$ | |
| | 2006 г. | 2015 г. | 2006 г. | 2015 г. | 2006 г. | 2015 г. | 2006 г. | 2015 г. |
| 1 | 1 575 | 417 | 76 | 67 | 610 | 1 667 | 145 | 413 |
| 2 | 1 130 | 352 | 217 | 13 | 2 715 | 1 576 | 257 | 127 |
| 3 | 370 | 91 | 765 | 16 | 2 610 | 911 | 342 | 18 |
| 4 | 3 440 | 2 904 | 2 875 | 2 851 | 2 500 | 4 544 | 220 | 1 055 |
| 5 | 2 990 | 807 | 90 | 407 | 3 775 | 7 656 | 121 | 488 |
| 6 | 1 790 | 846 | 701 | 1 275 | 8 000 | 17 031 | 229 | 1 551 |
| 7 | 1 075 | 3 690 | 649 | 114 | 8 160 | 4 351 | 248 | 465 |
| Среднее по сооружению | 1 767 | 1 301 | 767 | 678 | 4 053 | 5 391 | 223 | 588 |

### *Литература*


1. *Говорин И.А.* Мидийный биофильтр обрастания гидротехнических сооружений Одесского залива: продолжающаяся тенденция деградации // Збірник наукових статей до Міжнародної науково-практичної конференції «Екологічні проблеми Чорного моря» (Одеса, 31 травня – 1 червня, 2007): з-б наук.ст. / Відп. ред. В.М. Небрат Одеса: інноваційно-інформаційний центр «ІНВАЦ», 2007. С. 54–57.

2. *Говорин И.А., Шацилло И.А.* Перифитонные поселения мидий *Mytilus galloprovincialis* (Lam., 1819) и митилястера *Mytilaster lineatus* (Gmel., 1791) в условиях аномально высокой температуры прибрежных морских вод // Ruthenica. 2012. Vol. 22. № 2. P. 101–110.

3. *Ковалёва М.А., Болтачёва Н.А., Макаров М.В., Бондаренко Л.В.* Обрастания естественных твёрдых субстратов (скал) акватории Карадагского природного заповедника // Экосистемы, их оптимизация и охрана. 2014. Вып. 10. С. 77–81.

4. *Миронов Г.Н.* Фильтрационная работа и питание мидий Черного моря // Тр. Севастоп. биол. станции. 1948. Вып. 6. С. 338–352.

5. *Петров А.Н., Ревков Н.К.* Изучение респирационной и фильтрационной активностей у двух видов моллюсков в зависимости от экологических особенностей мест обитания // Проблемы современной биологии. М.: МГУ, 1987. С. 48–50. – Деп. в ВИНИТИ, май 1987, № 66252 – В 87.

6. *Соловьёва О.В.* Влияние гидротехнических сооружений на процессы самоочищения в прибрежной зоне Чёрного моря: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Севастополь: ИнБЮМ НАН Украины, 2008. 22 с.

7. *Соловьёва О.В.* Митилидное обрастание гидротехнического сооружения после катастрофического шторма // Материалы Научной конференции «Ломоносовские чтения» 2010 года и Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Ломоносов – 2010» / Под ред. В.А. Трифонова, В.А. Иванова, В.И. Кузищина и др. Севастополь: Филиал МГУ в г. Севастополе, 2010. С. 50–51.

8. *Шурова Н.М., Варигин А.Ю., Стадниченко С.В.* Изменения популяционных характеристик черноморской мидии в условиях эвтрофирования и гипоксии морских прибрежных вод // Экология моря. 2004. № 65. С. 94–99.

### *Literatura*

1. *Govorin I.A.* Midijny'j biofil'tr obrastaniya gidrotexnicheskix sooruzhenij Odesskogo zaliva: prodolzhayushhayasya tendenciya degradacii // Zbirnik naukovix statej do Mizhnarodnoï naukovo-praktichnoï konferenciï «E'kologichni problemi Chornogo morya» (Odesa, 31 travnya – 1 chervnya, 2007): z-b nauk.st. / Vidp. red. V.M. Nebrat Odesa: innovacijno-informacijnij centr «INVACz», 2007. S. 54–57.

2. *Govorin I.A., Shacillo I.A.* Perifitonny'e poseleniya midij *Mytilus galloprovincialis* (Lam., 1819) i mitilyastera *Mytilaster lineatus* (Gmel., 1791) v usloviyax anomal'no vy'sokoj temperatury' pribrezhny'x morskix vod // Ruthenica. 2012. Vol. 22. № 2. P. 101–110.

3. *Kovalyova M.A., Boltachyova N.A., Makarov M.V., Bondarenko L.V.* Obrastaniya estestvenny'x tvyordy'x substratov (skal) akvatorii Karadagskogo prirodnogo zapovednika // E'kosistemy', ix optimizaciya i oxrana. 2014. Vy'p. 10. S. 77–81.

4. *Mironov G.N.* Fil'tracionnaya rabota i pitanie midij Chernogo morya // Tr. Sevastop. biol. stancii. 1948. Vy'p. 6. S. 338–352.

5. *Petrov A.N., Revkov N.K.* Izuchenie respiracionnoj i fil'tracionnoj aktivnostej u dvux vidov mollyuskov v zavisimosti ot e'kologicheskix osobennostej mest obitaniya // Problemy' sovremennoj biologii. M.: MGU, 1987. S. 48–50. – Dep. v VINITI, maj 1987, № 66252 – V 87.

6. *Solov'yova O.V.* Vliyanie gidrotexnicheskix sooruzhenij na processy' samoochishheniya v pribrezhnoj zone Chyornogo morya: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. Sevastopol': InBYuM NAN Ukrainy', 2008. 22 s.

7. *Solov'yova O.V.* Mitilidnoe obrastanie gidrotexnicheskogo sooruzheniya posle katastroficheskogo shtorma // Materialy' Nauchnoj konferencii «Lomonosovskie chteniya» 2010 goda i Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii studentov, aspirantov i molody'x uchyony'x «Lomonosov – 2010» / Pod red. V.A. Trifonova, V.A. Ivanova, V.I. Kuzishhina i dr. Sevastopol': Filial MGU v g. Sevastopole, 2010. S. 50–51.

8. *Shurova N.M., Varigin A.Yu., Stadnichenko S.V.* Izmeneniya populyacionny'x xarakteristik chernomorskoj midii v usloviyax e'vtrofirovaniya i gipoksii morskix pribrezhny'x vod // E'kologiya morya. 2004. № 65. S. 94–99.

***O.V. Soloviova***

**Biofilter from Mytilidae on the Large Hydrotechnical Structure of Sevastopol Water Area (Black Sea)**

The article presents the results of the study of the settlement of mollusks Mytilus galloprovincialis Lam. and Mytilaster lineatus Gmel. on the underwater part of the embankment of Sevastopol Bay, carried out in winter 2015. During the implementation of the comparison with a similar study in 2006 there was a restructuring of the settlements, which led to a doubling of the biofilter capacity, which is formed by mollusks on the surface of hydrotechnical structure. Power of mytilidae biofilter on the underwater part of the embankment in winter 2015 was 5 876 $l \cdot day^{-1} \cdot m^{-2}$.

*Keywords:* mussels; mytilyasters; number; biomass; size structure; Sevastopol bay; concrete embankment.