

УДК 594.1:627

МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ОБИЛИЯ МОЛЛЮСКОВ-ФИЛЬТРАТОРОВ *MYTILASTER LINNEATUS* НА ГИДРОТЕХНИЧЕСКОМ СООРУЖЕНИИ*

Соловьёва О.В.

ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН»,
г. Севастополь, Российская Федерация,
e-mail: kozl_ya_oly@mail.ru

Проведено исследование пространственной и временной изменчивости обилия и масс-размерных характеристик поселений моллюска *Mytilaster lineatus* (Gmel., 1790) за период с 2005 по 2018 гг. на примере крупного гидротехнического сооружения прибрежной зоны г. Севастополя. Плотность поселения митилястеров на подводной части набережной Севастопольской бухты в период с 2005 по 2018 гг. варьировала в диапазоне от 293 ± 115 до 51562 ± 7120 экз.·м⁻². Биомасса имела широкий диапазон колебаний и составляла от 9 ± 3 до 3400 ± 3222 г·м⁻². В 2009 г. были отмечены пониженные показатели обилия митилястеров. Исследование достоверности пространственного изменения плотности поселения, и их биомассы не показало значимых изменений исследуемых величин. Обнаруженные в период исследования митилястеры можно отнести к размерным группам от 1 до 30 мм, что может свидетельствовать об относительно благоприятных условиях для обитания данного вида.

Ключевые слова: *Mytilaster lineatus*, гидротехнические сооружения, многолетняя динамика, Чёрное море.

Введение

Митилястер (*Mytilaster lineatus* Gmel., 1790) является массовым обитателем прибрежных зон Чёрного моря. Его поселения имеют максимальную плотность на небольших глубинах. Отдельные экземпляры встречаются на глубине 30–40 м. Эпизодические находки указаны для 50–70 м (Митилиды..., 1990). В публикациях последних лет указывается на доминирование этого вида на твёрдых субстратах как крымского побережья (Макаров, Ковалева, 2017; Ковалёва и др., 2012), так и кавказского (Макаров, Ковалева, 2018). На искусственных субстратах Севастопольской зоны побережья Крымского полуострова также нередко встречается доминирование митилястеров (Соловьёва, 2019). Их преобладание отмечено и на турецком побережье Чёрного моря (Çulha, at al., 2007). Таким образом, в настоящее время на твердых субстратах прибрежной зоны Чёрного моря митилястеры повсеместно образуют массовые поселения. Благодаря своему обилию, этот моллюск-фильтратор создаёт мощный биофильтр, способствующий улучшению качества прибрежных вод.

В литературе указывается на большую стабильность поселений митилястеров, относительно родственного вида – мидии. При этом всё же наблюдаются изменения показателей его обилия (Ковалёва и др., 2012).

В севастопольском регионе митилястеры образуют массовые поселения на гидротехнических сооружениях (Соловьёва, 2019). Вероятно, они, а также связанные с ними биофильтры, также претерпевают временную трансформацию, отмеченную для поселений митилястеров на естественных скалах (Ковалёва и др., 2012). Эти явления могут быть связаны с воздействием ряда факторов абиотической, биотической и антропогенной природы (McQuaid at al., 2015; Говорин, Шаццлло, 2012; Ковалёва и др., 2012).

* Работа выполнена в рамках государственного задания ФИЦ ИнБЮМ по теме «Молисмологические и биогеохимические основы гомеостаза морских экосистем» (№ гос. регистрации АААА-А18-118020890090-2).

Целью работы стало исследование пространственной и временной изменчивости обилия и масс-размерных характеристик поселений моллюска *Mytilaster lineatus* (Gmel., 1790) на примере крупного гидротехнического сооружения прибрежной зоны г. Севастополя.

Материалы и методы

Материал собран на семи станциях, расположенных вдоль набережной Севастопольской бухты, между мысами Николаевским и Хрустальным (рис. 1). Пробы были отобраны в результате семи съёмок: в июне 2005, 2009, 2010, 2015, 2016, 2017 и 2018 гг. ручным скребком с глубины 0,5–1 м. В 2010 г. материал отбирался только на ст. 2. В 2005 г. пробоотбор производился на площадке 25×25 см в пяти проворностях, и 16×16 см в трёх повторах – при последующих работах. Таким образом, общее число проб, собранных на семи станциях, составило 143.

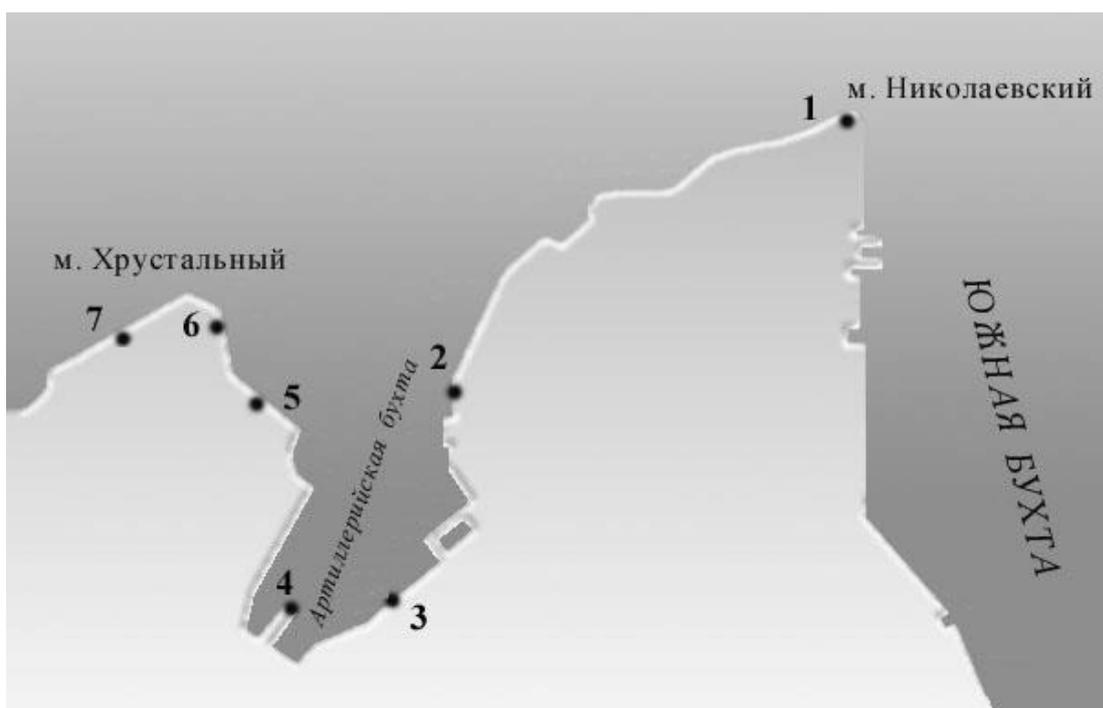


Рис. 1. Схема отбора проб на набережной Севастопольской бухты

Из образцов обрастания, собранных с поверхности набережной Севастопольской бухты, отбирали митилиастеров. Далее их измеряли штангенциркулем (точность 0,1 мм) и разделяли на размерные группы: [1–10), [10–20), [20–30] мм («[» – закрытый интервал; «(» – открытый в интервал). Индивидуальные размеры моллюсков в ходе работ не регистрировали. Особей мельче 1 мм не учитывали. После удаления жидкости из створок моллюсков их взвешивали на весах OHAUS SPX222 (точность 0,01 г).

В качестве показателя варьирования плотности поселения и биомассы митилиастеров использовали ошибку среднего. Проверка нормальности данных показала негауссовский характер распределения исследуемых величин. Для дальнейшей статистической обработки данные нормализовались логарифмированием по основанию 10 (Lg). Для проверки достоверности гипотезы о межгодовой и пространственной изменчивости плотности поселения и биомассы моллюсков использовали двухфакторный дисперсионный анализ ANOVA (factorial main effect ANOVA). Парное сравнение данных о плотности поселения и биомассы митилиастеров в различные годы и на различных участках набережной производили по

критерию достоверно значимой разности Тьюки (Tukey's HSD test). Различия считались статистически достоверными при уровне значимости 0,05. Обработка данных производилась с помощью программных пакетов Microsoft Excel и Statistica 12.

Результаты и обсуждение

Плотность поселения митилястеров варьировала от 293 ± 115 до 56484 ± 7120 экз.·м⁻² (рис. 2). В 2015 г. на отдельных станциях отмечена тенденция к росту данного показателя по сравнению с предыдущими годами. В 2016 г. высокая плотность митилястеров наблюдалась практически на всех станциях. На следующий год следовал тренд к снижению (относительно предыдущего) на 4-х из 7-и исследуемых участков набережной (рис. 2). Таким образом, мы наблюдаем флуктуации плотности поселения митилястеров, которые достигают порядка величин и, вероятно, носят естественный характер. Особенно выражены колебания были на станциях с высокими показателями удельной численности (ст. 4–7). На участках, где моллюсков было мало, изменение плотности их поселений было не столь выраженным.

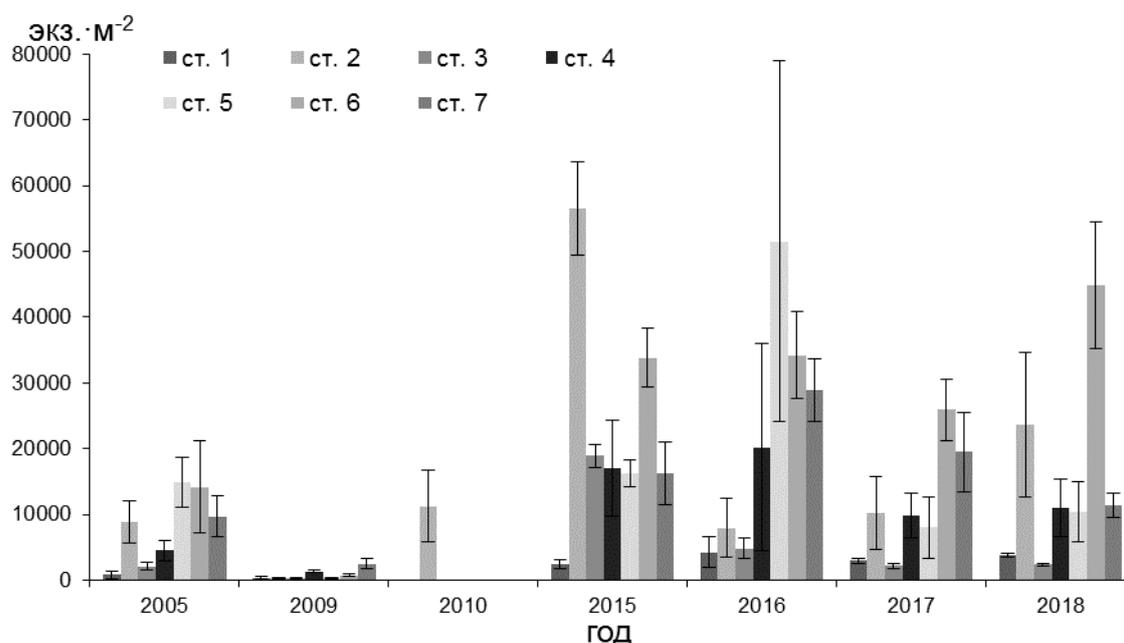


Рис. 2. Плотность поселения митилястеров (с указанием ошибки среднего) на набережной Севастопольской бухты в период 2005–2018 гг. (экз.·м⁻²)

Биомасса митилястеров в период с 2005 по 2018 гг. имела широкий диапазон колебаний и составляла от нескольких граммов до 3,4 кг на единицу площади (рис. 3). В пределах отдельных станций колебания также доходили до 2-х порядков (ст.2, ст. 3, ст.6). Наибольшими показателями выделялись ст. 5–7. Хотя, в отдельные периоды максимум биомассы наблюдался на ст. 2 (2015 г., 3223 ± 777 г·м⁻²) и ст. 3 (2017 г., 3400 ± 3222 г·м⁻²). В целом за период исследования наименьшие показатели обилия наблюдались на ст. 1 (в среднем 242 ± 68 г·м⁻²), не многим большие – на ст. 2.

Митилястеры имели длину от 0 до 30 мм (рис. 4). В 2009 и 2018 гг. особи крупнее 20 мм не выявлены. На протяжении всего периода исследования большая доля приходилась на молодь до 10 мм (от 60 % в 2009 до 91 % в 2005 г.).

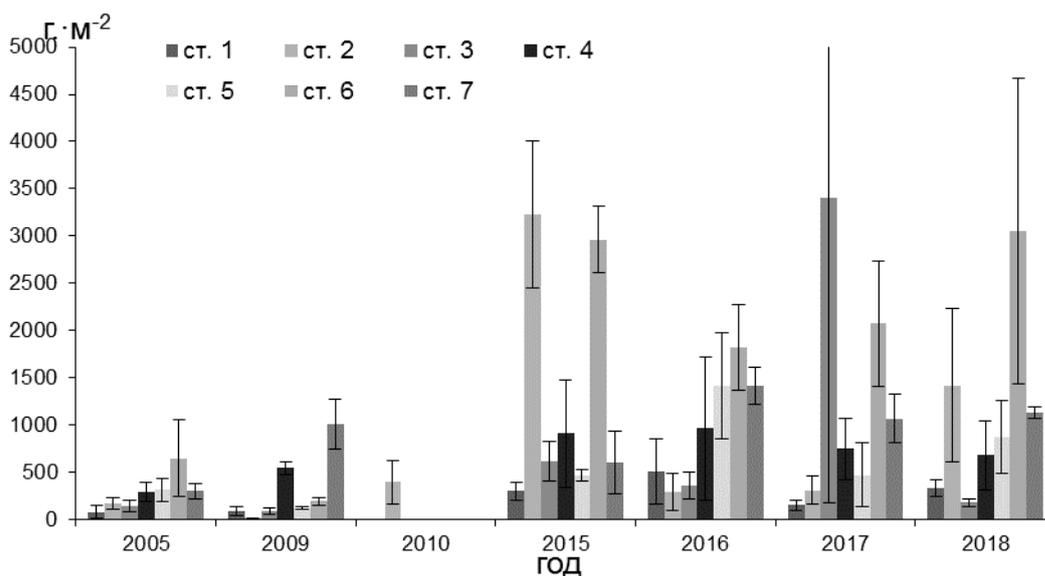


Рис. 3. Биомасса митилястеров (с указанием ошибки среднего) на набережной Севастопольской бухты в период 2005–2018 гг. (г·м⁻²)

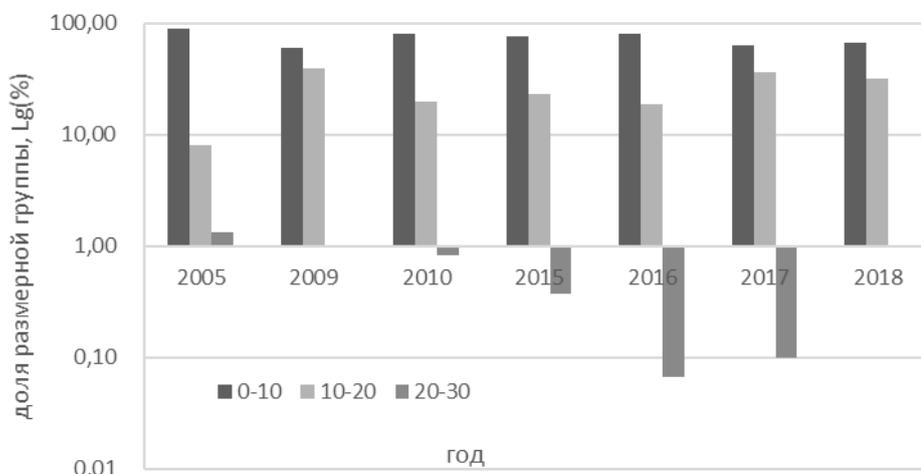


Рис. 4. Усреднённый размерный состав митилястеров на набережной Севастопольской бухты в период 2005 – 2018 гг., %

Плотность поселения моллюсков имела широкий размах, что характерно для поселений митилястеров, которым присуща пятнистость (Митилиды..., 1990). Это зачастую понижает надёжность результата сравнения такого рода данных. Проведённый двухфакторный дисперсионный анализ показал значимое влияние расположения станций и времени пробоотбора (табл. 1) на плотность поселений митилястера на исследуемом объекте. Совместное действие указанных факторов на плотность поселения митилястеров не выявлено, что делает возможным попарное сравнение характеристик поселения моллюсков по каждому из факторов. Такого рода анализ показал отсутствие значимых отличий удельной численности митилястеров на различных участках набережной (рис. 5 А) и наличие её межгодовой динамики (рис. 5 Б). Сравнение плотности поселения моллюсков в различные годы показало, что среди других, пониженными показателями численности митилястеров на единицу поверхности гидротехнического сооружения достоверно выделялся 2009 г.

Таблица 1.

Результаты дисперсионного двухфакторного анализа влияния места и времени сбора на плотность поселения и биомассу митилястера.

фактор	SS	dF	MS	F	p
Станция пробоотбора	2,8594	6	0,4766	3,398	0,011193
Год пробоотбора	4,2448	5	0,8490	6,052	0,000549
Станция пробоотбора*год пробоотбора	4,2080	30	0,1403	1,000	0,500000
				плотность поселения	
Станция пробоотбора	4,3019	6	0,7170	10,499	0,000003
Год пробоотбора	9,8255	5	1,9651	28,775	0,000000
Станция пробоотбора*год пробоотбора	2,0488	30	0,0683	1,000	0,500000

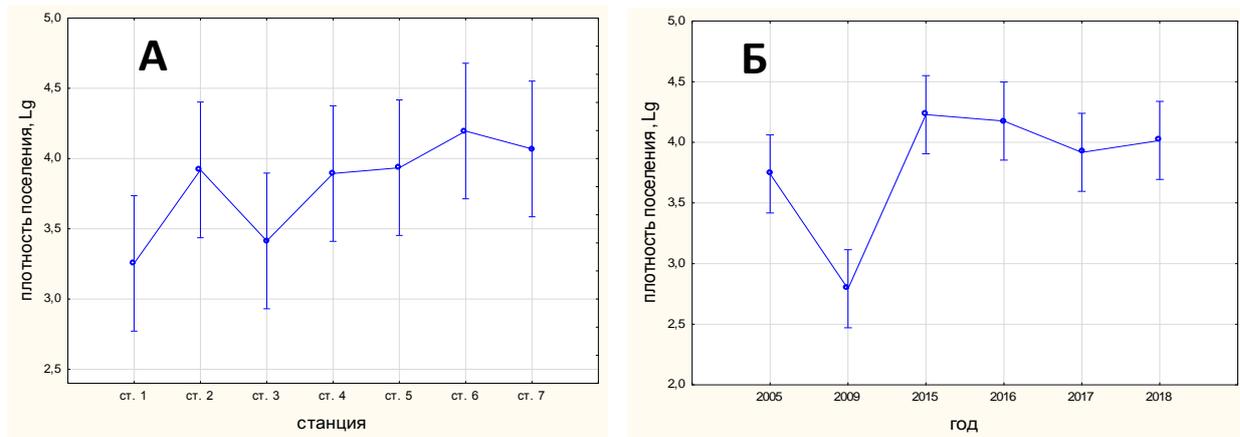


Рис. 5. Скорректированные средние геометрические логарифмы плотностей поселений митилястеров (в качестве показателя варьирования признака указан доверительный интервал при $p=0,95$) на набережной Севастопольской бухты в период 2005–2018 гг. (А – пространственная изменчивость; Б – временная изменчивость)

Отмечено значимое влияние расположения станций и времени пробоотбора (табл. 1) на биомассу митилястеров. Оценка совместного действия исследуемых факторов на плотность поселения данного вида моллюсков, показала отсутствие достоверного взаимодействия действия этих параметров, что делает возможным попарное сравнение исследуемых параметров по каждому из факторов. Это сравнение не позволило получить данные о наличии пространственной изменчивости биомассы (рис. 6 А). Биомасса моллюсков на протяжении периода исследования не имела достоверных колебаний. Исключением был 2009 г., когда она была достоверно ниже таковой в 2015–2018 г. (рис. 6 Б).

Таким образом, в 2009 г. были отмечены пониженные показатели обилия митилястеров. Одним из объяснений этого факта могут быть разрушительные последствия катастрофического шторма, случившегося в ноябре 2007 г., в результате которого набережная была повреждена, а макрообрастание на её поверхности практически уничтожено (Соловьёва, 2015). Из рис. 6 видно, что в 2009 г отсутствовали моллюски, крупнее 20 мм, отмеченные ранее, и в последствии обнаруженные в 2015 г. Возможно, что к 2009 г. поселение митилястеров, уничтоженное в 2007 г., не завершило своё восстановление.

В благоприятных местообитаниях митилястеры образуют многолетние поселения [Митилиды..., 1990]. Поэтому, наличие особей, переживших первый год жизни, можно полагать признаком благополучно функционирующего поселения данного вида.

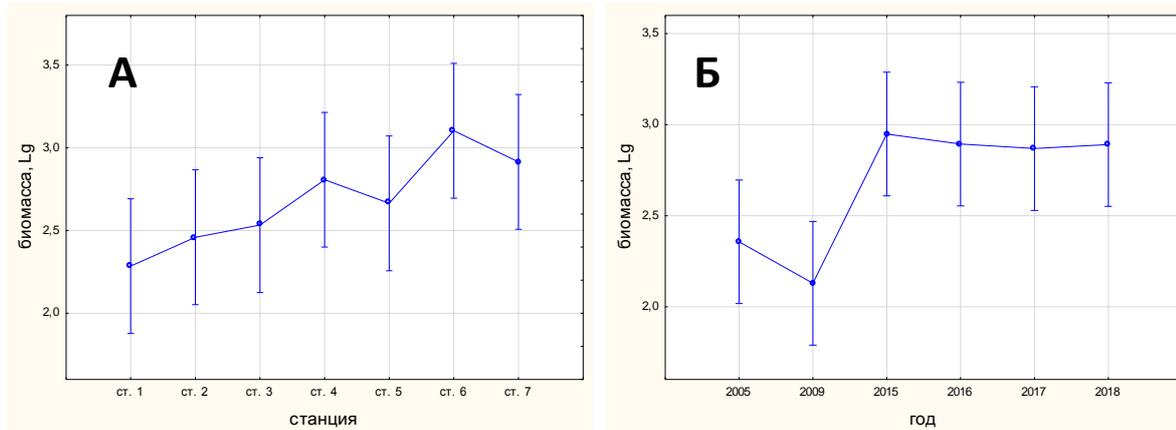


Рис. 6. Средние геометрические логарифмы биомасс митилястеров (в качестве показателя варьирования признака указан доверительный интервал при $p=0,95$) на набережной Севастопольской бухты в период 2005-2018 гг. (А – пространственная изменчивость; Б – временная изменчивость).

Как указано в работе [Митилиды..., 1990], у митилястера регистрирующие структуры раковины не являются надёжными для установления возраста. Поэтому, для его определения авторы нередко используют размерную структуру популяции. По ней, зачастую, можно судить о благополучии поселения. Известно, что в условиях прибрежных акваторий Чёрного моря данный вид достигает длины 10 мм в возрасте около 1–2-х лет. По данным (Ревков, 1984; Ревков, 1989) в севастопольских бухтах при достижении моллюсками 10 мм происходит полное созревание гонад. Поэтому, можно предполагать, что наличие митилястеров крупнее 10 мм говорит о функционировании многолетнего размножающегося поселения митилястеров. Следует отметить, что по нашим наблюдениям, особи длиной более 20 мм редко встречаются в условиях бухт Севастополя, и их наличие также должно демонстрировать позитивность условий обитания для данного вида. Судя по размерам, на подводной части набережной Севастопольской бухты возраст отдельных особей превышал 1–2 года, что свидетельствует о достаточно благоприятных условиях для обитания митилястеров.

Сравнение данных о показателях обилия митилястеров на набережной Севастопольской бухты со скалами открытых участков побережья Крыма показало, что поселения митилястеров на искусственном субстрате в условиях Севастопольской бухты были в целом менее обильными, чем на скалах заповедного побережья Карадага. В районе Карадага в 2009–2012 гг. биомасса митилястеров составляла порядка $1043\text{--}2054\text{ г}\cdot\text{м}^{-2}$, при плотности поселения $14575\text{ экз}\cdot\text{м}^{-2}$ (Ковалёва и др., 2012). На исследуемом гидротехническом сооружении в указанный период средние показатели численности колебались от 862 ± 313 до $11285\pm 5487\text{ экз}\cdot\text{м}^{-2}$, а биомасса составляла от 151 ± 76 до $394\pm 512\text{ г}\cdot\text{м}^{-2}$. Таким образом, имеет место тенденция, заключающаяся в том, что в условиях Севастопольской бухты на искусственном субстрате поселения митилястера не столь обильны как в открытой части побережья на скалах Карадагского заповедника.

Выводы

1. Плотность поселения митилястеров на подводной части набережной Севастопольской бухты в период с 2005 по 2018 гг. варьировала в диапазоне от 293 ± 115 до $56484\pm 7120\text{ экз}\cdot\text{м}^{-2}$. Однако статистически значимых межгодовых различий в плотности поселения митилястеров обнаружено не было. Исключением был 2009 г., когда зафиксирована пониженная плотность поселения исследуемого вида. Различия в

плотности поселения моллюсков на различных участках исследуемого сооружения не были подтверждены статистически.

2. Биомасса митилястеров в период с 2005 по 2018 гг. имела широкий диапазон колебаний и составляла от 9 ± 3 до 3400 ± 3222 г·м⁻². Статистически достоверных данных о наличии пространственной и межгодовой (за исключением 2009 г) изменчивости биомассы митилястеров в поверхностном горизонте подводной части набережной не получено. При этом, как и для плотности поселения 2009 г выделялся низкими значениями данного параметра.

3. Обнаруженные в период исследования митилястеры можно отнести к размерным группам от 1 до 30 мм. Судя по размерам, возраст отдельных особей превышал 1–2 год, что может свидетельствовать об относительно благоприятных условиях для обитания данного вида.

Список литературы

1. Говорин И.А., Шаццло Е.И. Перифитонные поселения мидий *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) и митилястера *Mytilaster lineatus* (Gmelin, 1791) в условиях аномально высокой температуры прибрежных морских вод // *Ruthenica*. 2012. vol. 22. No. 2. С. 101–110.
2. Заика В.Е., Валовая Н.А., Повчун А.С. и др. Митилиды Чёрного моря. Киев: Наук. Думка. 1990. 208 с.
3. Ковалёва М.А., Болтачёва Н.А., Костенко Н.С. Многолетняя динамика состояния поселения *Mytilidae* скалах Карадага (Чёрное море) // *Морской экологический журнал*. No 2. Т. XI. 2012. С. 39–43.
4. Макаров М.В., Ковалева М.А. Структура таксоценоза Mollusca на естественных твёрдых субстратах в акваториях охраняемых районов Крыма // *Экосистемы*. 2017. Вып. 9. С. 20–24.
5. Макаров М.В., Ковалева М.А. Таксоценоз Mollusca обрастаний естественных твердых субстратов в акватории государственного природного заповедника Утриш (Черное море) // *Биологическое разнообразие Кавказа и юга России: материалы XX юб. междунар. науч. конф.* / Махачкала, 6-8 ноября, 2018 г. Махачкала: Тип. ИПЭ РД. 2018. С. 594-596.
6. Ревков Н.К. Рост и размножение *Mytilaster lineatus* у Крымского побережья Черного моря // *Рациональное использование ресурсов моря – важный вклад в реализацию продовольственной программы* / Севастополь, 1984: ИнБЮМ АН УССР. – Ч. 2. – С. 268-275. – Деп. в ВИНТИ 16.04.85, № 2556-85 Деп.
7. Ревков Н.К. Рост, размножение и структура популяций *Mitilaster lineatus* (Gmel.) и *Modiolus phaseolinus* (Phil.) в Черном море: Автореф. дис. ... канд. биол. Наук. Севастополь, 1989. 25 с.
8. Соловьёва О.В. Восстановление митилидного обрастания гидротехнического сооружения в условиях Севастопольской бухты (Чёрное море) // *Вестник Удмуртского университета*. 2015. Т. 25. № 3. С. 70.
9. Соловьёва О.В. Митилидное обрастание отдельных гидротехнических сооружений в прибрежных акваториях Севастополя (Крым, Черное море) // *Экология и строительство*. 2019. № 2. С. 27–34. doi: 10.35688/2413-8452-2019-02-004.
10. Çulha M., Bat L., Türk-Çulha S., Yeşim-Çelik M. Benthic mollusk composition of some facies in the upper-infralittoral zone of the southern Black Sea, Turkey // *Turk. J. Zool*. 2010; 34: 523–32.
11. McQuaid C.D., Porri F., Nicastro K.R. and oth. Simple, scale-dependent patterns emerge from very complex effects – an example from the intertidal mussels *Mytilus*

Galloprovincialis and *Perna Perna* // Oceanography and Marine Biology: An Annual Review. 2015. 53. 127–156.

**LONG-TERM DYNAMICS OF ABILITY OF FILTER-FEEDER MOLLUSCS
MYTILASTER LINNEATUS ON A MARITIME WORKS**

Soloveva O. V.

*A.O.Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS, Sevastopol, Russian Federation,
e-mail: kozl_ya_oly@mail.ru*

The spatial and temporal variability of abundance and mass-size characteristic of the mollusk *Mytilaster lineatus* (Gmel., 1790) settlements for the period from 2005 to 2018 was studied. The work was carried out on the example of a large maritime work (vertical face quay) of the coastal zone of the city of Sevastopol. The number of mytilasters on the underwater part of the embankment of the Sevastopol Bay in the period from 2005 to 2018 ranged from 293 ± 115 to 51562 ± 7120 ind. \cdot m⁻². Biomass had a wide range of fluctuations and ranged from 9 ± 3 to 3400 ± 3222 g per area unit. In 2009, decreased indicators of the abundance of mytilasters were noted. The study of the it's of spatial changes in abundance and biomass did not show significant changes in the studied values. The length of mytilasters found during the study was from 1 to 30 mm, which may indicate favorable conditions for the habitat of this species. The settlements of mytilasters on an artificial substrate in the conditions of the Sevastopol Bay were generally less abundant than on the rocks of the nature-protected coast of Karadag.

Key words: *Mytilaster lineatus*, maritime works, long-term dynamics, Black Sea

Соловьева Кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела
Ольга морской санитарной гидробиологии, ФГБУН ФИЦ «Институт биологии
Викторовна южных морей имени А.О. Ковалевского РАН»,
e-mail: kozl_ya_oly@mail.ru

Поступила в редакцию 25.02.2020 г.