Водоросли обрастания твердых субстратов и гидротехнического сооружения в Черном море (Мыс Мартьян)

Поступила 03.09.2019 г. / Принята к публикации 08.10.2019 г.

© Евстигнеева Ирина Константиновна¹ , Евстигнеев Владислав Павлович^{1,2} ,
Танковская Ирина Николаевна¹

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр

«Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН», г. Севастополь, Россия

² Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия

Аннотация. Описан видовой состав и эколого-таксономическая структура перифитона и бентоса акватории заповедника «Мыс Мартьян» в зимний период. Макрофитобентос включает 26 видов макроводорослей 21 рода, 15 семейств, 11 порядков трех отделов. Видовая пропорция отделов свидетельствует о высокой роли Rhodophyta в формировании сообщества на естественном субстрате. Макрофитоперифитон представлен 36 видами 27 родов, 17 семейств и 14 порядков трех отделов, среди которых доминирует Rhodophyta. Особенности макрофитобентоса и макрофитоперифитона является отсутствие видов-индикаторов распреснения водной среды, среди экологических групп лидируют ведущая, однолетняя, морская, солоноватоводно-морская, мезо- и олигосапробная. Установлен комплекс общих признаков макрофитоперифитона на разных участках гидротехнического сооружения. Показано, что обрастание способно изменяться в пространстве даже в пределах одной гидротехнической конструкции, приобретая черты, характерные для водорослей каждой из ее сторон. Сравнение альгоценозов бентоса и перифитона одного и того же района выявило наличие у них сходных и специфических черт, что свидетельствует об объективности существования ценозов разных жизненных форм, но с единым происхождением и взаимодополняющими особенностями, обеспечивающими успешное функционирование прибрежной экосистемы.

Ключевые слова. Перифитон, фитобентос, Черное море, таксономия, гидротехнические сооружения, водоросли, морские водоросли, макрофитоперифитон, макрофитобентос, встречаемость, эколого-таксономический состав, изменчивость, заповедник «Мыс Мартьян».

Algae fouling of solid substrates and hydraulic structure in The Black sea (The Cape Martyan)

Received on September 03, 2019 / Accepted on October 08, 2019

© Evstigneeva Irina Konstantinovna¹ , Evstigneev Vladislav Pavlovich^{1,2} ,
Tankovskaya Irina Nikolaevna¹

¹ A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS, Sevastopol, Russia

² Sevastopol State University, Sevastopol, Russia

Abstract. The species composition and ecology-taxonomic structure in periphyton and benthic algocenoses of the «Cape Martyan» reserve during in winter period are described. Macrophytobenthos includes 26 species of macroalgae of 21 genera genus, 15 families, and 11 orders of three divisions. The species proportion of the divisions indicates a dominant role of Rhodophyta in the formation of a community on a natural substrate. Macrophytoperiphyton is represented by 36 species of 27 genera, 17 families and 14 orders of three divisions, with dominating Rhodophyta. The features of macrophytobenthos and macrophytoperiphyton are the absence of indicators of the desalination of the aquatic environment, the high development of leading, annual, marine, brackish-sea, mesosaprobic and oligosaprobic algae are leading among the ecological groups. A set of common features of macrophytoperiphyton in different parts of a hydraulic structure has been established. It is shown that fouling is capable of changing in space even within the same hydraulic structure, acquiring features characteristic of algae of each of its sides. Comparison of algocenosis of benthos and periphyton of the same area revealed that they have similar and specific features, which testifies to the objectivity of cenosis of different life forms, but with a common origin and complementary features that ensure the successful functioning of the coastal ecosystem.

Keywords. Periphyton, phytobenthos, Black Sea, taxonomy, hydraulic structures, algae, seaweeds, macrophytoperiphyton, macrophytobenthos, occurrence, ecology-taxonomic composition, variability, the reserve of «Cape Martyan».

Введение. Интенсификация возведения береговых защитных сооружений и организация морских ферм приводят к увеличению экологической роли обрастания. На многих участках береговой линии искусственные субстраты являются единственными для формирования сообществ макроводорослей [1]. Не стал исключением в этом отношении и заповедник «Мыс Мартьян» с прилегающей акваторией Черного моря. Учитывая роль ценоза на границе «вода – твердый субстрат» в функционировании морской биоты, возникает необходимость исследования макроводорослей как полноценного автотрофного элемента перифитона (МФП – макрофитоперифитон). В литературе имеются сведения о составе и структуре МФП заповедной акватории в весенний и осенний периоды [2, 3]. В настоящее время получены данные, анализ которых позволит описать состав и структуру МФП на береговом гидротехническом сооружении (ГТС) в зимний период. Особенности сезона создают трудности в ручном сборе проб, что усиливает ценность таких исследований для повышения объективности и результативности проводимых наблюдений, оценки и прогноза изменений окружающей среды.

Предполагается, что формирование флоры находится под воздействием, в частности, специфичных для данного периода года гидродинамических условий циркуляции морских вод и распространения ветровых волн в районе размещения ГТС. Зимой температура воды не превышает 10 °С, а ветро-волновая активность достигает высокого уровня. По данным многолетних наблюдений в этот период повторяемость высот волн, считающихся неблагоприятным явлением (более 1,3 м), в среднем составляет 20...25 % с максимумом в феврале [4]. Боковые поверхности ГТС, строго ориентированного относительно береговой линии, находятся в разных условиях силовой нагрузки со стороны волн. Это различие усиливается и условиями циркуляции морских вод на том или ином участке побережья. Анализ роз течений показывает, что у ЮБК в более чем в 80 % случаев направление течений совпадает с ориентацией береговой линии. Для участка побережья между городом Алушта и мысом Аюдаг, поселком Кацивели и мысом Сарыч преобладающими являются течения, направленные на юго-запад,

повторяемость которых вдвое – втрое превосходит таковую у северо-восточных течений [5]. Кроме того, зимой скорость течений в поверхностном слое выше, чем летом. Справедливость высказанного выше предположения требует эмпирической проверки. Поэтому **целью работы** стало исследование видового состава, общая эколого-таксономическая характеристика водорослей и их сообществ на естественном субстрате (макрофитобентос, или МФБ) и на разно ориентированных частях ГТС (МФП) в прибрежье мыса Мартьян в зимний период. Для ее реализации были поставлены задачи: 1. Дать общую эколого-таксономическую характеристику МФП на ГТС и МФБ на естественном твердом субстрате. 2. Выявить особенности структуры МФП ГТС и степень ее пространственной изменчивости. 3. Сравнить МФП ГТС и МФБ прилегающей акватории.

Материалы и методы исследований. Пробы МФП были отобраны по стандартной методике с помощью скребка на расстоянии 0,5 м от поверхности воды [6]. С каждой стороны буны заложены по четыре станции (рис. 1). Станции 1...4 расположены вдоль западной стороны, станции 5...8 – восточной. Станции 1 и 8 находятся вблизи берега, а станции 4 и 5 наиболее удалены от него, остальные станции принадлежат центральной части ГТС. Для объективной оценки роли водорослей перифитали в составе прибрежной экосистемы было организовано синхронное исследование МФБ акватории с западной стороны ГТС. Пробы МФБ были собраны на глубине 0,5 м в четырехкратной повторности учетной рамкой размером 25 см x 25 см [6]. Эколого-таксономический состав МФП и МФБ определяли с учетом последних номенклатурных изменений и классификации макроводорослей, предложенной А.А. Калугиной-Гутник [7–9]. Для описания сообществ применяли коэффициенты встречаемости (R , %), видового сходства по Жаккару (K_j , %) и рассеяния (q) [10]. С учетом величины коэффициента R виды распределяли на случайные, добавочные и постоянные. Вариабельность показателей оценивали по шкале изменчивости биологических признаков (нормальная, значительная, большая, очень большая, аномально высокая) [11]. Статистическую обработку данных проводили на основе пакета программ STATISTICA 6.0. Различия считали достоверными при значимости $\alpha \leq 0,05$.

Рис. 1. Карта района исследования и схема расположения станций: 1...8 – станции отбора проб макрофитоперифитона; 1*...7* – станции отбора проб макрофитобентоса прилегающей акватории

Результаты исследований и их обсуждение. Зимой на искусственном и естественном субстратах побережья мыса Мартьян обнаружены 45 видов макроводорослей, 29 % которых относится к Chlorophyta (Ch), 15 % – к Ochrophyta (Och) и 56 % – к Rhodophyta (Rh). Фитоценоз сформирован видами 15 порядков, 21 семейства и 32 родов. К таксонам с высоким видовым разнообразием (3...6 видов) относятся *Ulva*, *Cladophora*, *Chaetomorpha*, *Ceramium*, *Cladophoraceae*, *Ceramiales*, *Rhodomelaceae*, *Ulvales*, *Cladophorales*, *Ceramiales* (рис. 2). На ведущие порядки, семейства и роды, соответственно, приходится 44, 49 и 29 % всего видового состава. Среди отделов выраженной упрощенностью отличается таксономическая структура Och, что характерно для отдела на многих участках Черного моря. Пропорция таксонов у Rh и фитоценоза совпадает, а у Ch на семейство и порядок приходится больше видов. Водоросли зимнего фитоценоза относятся к 12 из 13 экологических групп, известных для бентоса Черного моря [7]. Среди них отсутствуют пресноводно-солонатоводные виды, небольшим чи-

слом видов представлены солонатоводная и полисапробная группы, а экологическими лидерами являются морская, солонатоводно-морская, ведущая, одноклеточная, олиго- и мезосапробная группы (41...55 % всех видов). Солидарное господство двух галофильных (морская и солонатоводно-морская) и сапробных (олиго- и мезосапробная) групп является специфической чертой ценозов в акватории мыса. Одновременно на естественном и искусственном субстратах обитают 17 видов (38 % общего числа), большинство которых принадлежит Rh. Многие виды проявляют топическую избирательность, чему соответствует низкое значение коэффициента K_j (38 %). Меньше всего одинаковых видов среди Ch и Och, видовой состав Rh совпадает на 44 %.

МФП на западной стороне ГТС и МФБ прилегающей акватории. На естественном субстрате с западной стороны ГТС обнаружены 26 видов (58 % видового состава на всех субстратах исследованной части моря). Чуть более половины их приходится на Rh, треть – на Ch, остальные – на Och. Видовая пропорция отделов (3Ch : 10Och : 5Rh) подтве-

рждает важность Rh в формировании α-разнообразия МФБ охраняемой акватории, что ранее было отмечено зимой на одном из прибрежных участков Крыма, не имеющего заповедного статуса (бухта Ласпи) [12]. Сравнение полученных

данных с современными сведениями о фитобентосе мыса Мартыан [13] показывает, что зимой Ch представлен примерно тремя видами, обнаруженных в разные сезоны и годы, а Rh и Och – одной пятой каждый.

Рис. 2. Виды, доминирующие в фитообрастании района исследования: а – *Ulva intestinalis*; б – *Ulva rigida*; в – *Cladophora sericea*; г – *Ceramium virgatum*; д – *Polysiphonia elongata*; е – *Ellisolandia elongata*; ж – *Cystoseira barbata*; з – *Cystoseira crinita*

В МФБ на один порядок и одно семейство приходится, соответственно, по два семейства и рода. Пропорция таксонов у Och самая упрощенная среди отделов. Доля политипичных родов в МФБ мала (14 %), а перечень таксонов, базовых по числу видов и родов, беден. Имеющиеся данные свидетельствуют о таксономической упрощенности МФБ в районе мыса. МФП на западной стороне включает 31 вид, что выше, чем на ГТС в районе Карадагского заповедника и в бухте Ласпи [14].

Среди отделов господствует Rh (1Ch : 1Och : 4Rh). Ch представлен пятью родами, Och – четырьмя. Родовое разнообразие Rh вдвое выше. Встречаемость видов на западных станциях варьирует от 25 до 100 % с максимумом у каждого пятого. Константное ядро флоры в основном сложено красными водорослями. Ch и Rh присутствуют повсеместно, а Och нет на станции 4. Случайные виды ($R < 25\%$) не обнаружены, а постоянные и добавочные ($R > 25\%$) представлены примерно поровну (табл. 1).

Таблица 1

Группы постоянства и их флористический состав в МФП

Группа	Западная сторона ГТС			Восточная сторона ГТС		
	Ch	Och	Rh	Ch	Och	Rh
Постоянная	4*	3	9	3	2	8
Добавочная	2	2	11	3	2	8
Случайная	—	—	—	—	1	—
Всего видов	6	5	20	6	5	16

Примечание: * абсолютное число видов

Общее число видов МФП на западной стороне изменяется от 12 на самой удаленной от берега станции до 25 на участке, расположенном примерно в центре ГТС. Среднее число видов равно 19 ± 5 (табл. 2). Значение коэффициента q (1,6) указывает на гетеротонность

структуры МФП. Среднее число видов Rh выше, чем у Ch и Och. Пространственная изменчивость таксономического состава соответствует «норме». Размах вариабельности числа всех таксонов у Ch и Och равный, у Rh это касается только надродовой части (табл. 2).

Таблица 2

Параметры изменчивости видового состава МФП

Западная сторона				Восточная сторона		
Отдел	$x^* \pm \sigma$	$C_v^*, \%$	Изменчивость	$x \pm \sigma$	$C_v, \%$	Изменчивость
Ch	$4,3 \pm 0,9$	22,5	Нижняя норма	$3,5 \pm 0,6$	16,5	Нижняя норма
Och	$3,7 \pm 0,7$	15,7	Нижняя норма	$2,8 \pm 1,5$	54,5	Значительная
Rh	$12,0 \pm 3,2$	27,2	Верхняя норма	$9,8 \pm 2,0$	21,1	Нижняя норма
Фитоценоз	$19,0 \pm 5,2$	28,2	Верхняя норма	$16,0 \pm 1,6$	10,2	Нижняя норма

Примечание: x^* – среднее число видов; C_v^* – коэффициент вариации

МФП восточной стороны ГТС.

Здесь произрастают 27 видов водорослей (60 % видового состава на всех твердых субстратах) с многократным преимуществом Rh. Ch и Och включают по четыре одно- или двухвидовых рода. У Rh доля политипичных родов меньше.

Встречаемость видов на восточных станциях варьирует от 25 до 100 %. Каждый пятый вид обитает повсеместно. В МФП, за малым исключением, нет случайных видов, другие группы представлены поровну. В отличие от МФП западной стороны, на восточной части общее число видов меняется незначительно: от 14 вблизи берега до 18 в центре ГТС. Среднее число видов немного ниже, а коэффициент q примерно тот же, что и на противоположной стороне. На всех станциях лидирует Rh. Его вклад особо весом на удаленных от суши участках ГТС. Распределение видов иных отделов равномерное. Небольшому размаху колебаний числа видов соответствует пониженный уровень изменчивости показателя на любом расстоянии от берега. Подобно меняется надвидовая часть МФП и его Rh.

Сравнительная характеристика

МФП на разных сторонах ГТС. Для МФП обеих сторон ГТС, испытывающих разную силовую нагрузку со стороны волн, характерно как сходство, так и различие структурных показателей и степени их пространственной изменчивости. Для МФП обеих сторон характерно равное или близкое к нему число видов в ценозе и каждом отделе, одинаковый вклад видов со 100 %-ной встречаемостью, небольшая доля видов с низкой встречаемостью, сходное соотношение постоянных и добавочных видов. Пространственная изменчивость таксономического состава всегда соответствует биологической «норме». Среднее число видов Rh всегда выше, чем у Ch и тем более у Och. Коэффициент рассеяния свидетельствует о гетеротонности МФП на каждой из сторон. Наличие общих признаков организации ценоза обрастания на разных участках ГТС говорит о том, что анализу подвержено одно и то же сообщество, но которое способно изменяться как во времени, так и в пространстве даже в пределах одной гидротехнической конс-

трукции. Высказанное предположение, что боковые поверхности ГТС находятся в разных условиях силовой нагрузки со стороны волн, подтверждается на уровне ряда характеристик сессильных сообществ, включающих макроводоросли. Так, примерно равное видовое представительство отделов не исключает различий в их родовом разнообразии, которое в нашем случае выше на восточной стороне. Различия такого уровня обнаружены у наземных флор [15]. Кроме того, МФП на востоке обладает более высокой долей участия Rh.

Сравнение МФП западной стороны ГТС и МФБ прилегающей акватории выявило такие сходные признаки, как одинаковая таксономическая пропорция ценозов, близкое к совпадению число надродовых таксонов и неизменное господство Rh. При этом оба ценоза обладают различиями, указывающими на их структурную обособленность. Показано, что МФП превосходит МФБ по таким показателям, как видовое и родовое богатство всего ценоза и его Och и Rh, а в МФБ выше видовое разнообразие Ch. У ценозов не совпадает видовая пропорция отделов, невелика степень сходства видов Och и особенно Ch. Отсюда следует, что преимущественное развитие в каждом из сообществ тех или иных таксонов, различие видовых пропорций в отделах и ряд других фактов, сочетающихся с наличием сходных признаков, свидетельствует об объективном существовании разных типов сообществ, но с единым происхождением и взаимодополняющими особенностями, способствующими успешному существованию прибрежной экосистемы.

Выводы

Зимний фитоценоз обрастания твердых субстратов и искусственного сооружения в прибрежье мыса Мартьян представлен 45 видами, 32 родами, 21 семейством и 15 порядками отделов Chlorophyta, Ochrophyta, Rhodophyta. Среди отделов высокое таксономическое разнообразие у Rhodophyta, низкое – у Ochrophyta. Лидируют морская, солоноватоводно-морская, ведущая, однолетняя, олиго- и мезосапробная группы.

МФБ исследованной акватории включает 26 видов макроводорослей трех отделов, пропорция которых соответствует высокой роли Rhodophyta в формировании бентосного сообщества. Сравнительные данные свидетельствуют

о некоторой упрощенности таксономического состава МФБ вблизи ГТС.

МФП представлен 36 видами, среди которых доминируют Rhodophyta.

Выявлен комплекс общих признаков МФП на разно ориентированных сторонах ГТС. Показано, что сообщество перифитона способно изменяться даже в пределах одной гидротехнической конструкции, приобретая при этом черты, характерные для водорослей каждой из сторон в отдельности.

Сравнение МФП и МФБ показало наличие у них сходных черт и специфических особенностей у каждого, что свидетельствует об объективном существовании ценозов разных жизненных форм, но с единым генезисом и взаимодополняющими качествами.

Библиографический список

1. Evstigneeva I.K., Tankovskaya I.N. Structure and Dynamics of Macrophyte Fouling of a Hydraulic Structure (Black Sea) // Power Technology and Engineering. 2019. Vol. 53, iss. 1. P. 14–22. doi: 10.1007/s10749-019-01027-7.
2. Евстигнеева И.К., Танковская И.Н. Макроальгообрастание твердых субстратов в прибрежье заповедника «Мыс Мартьян» (Черное море) // Современные проблемы экологии Азово-Черноморского региона: мат. V Межд. конф. Керчь: Изд-во ЮгНИРО, 2010а. С. 74–80.
3. Евстигнеева И.К., Танковская И.Н. Структура и динамика макрофитоперифитона и макрофитобентоса заповедника «Мыс Мартьян» (Черное море) // Экология моря. 2010б. Спец. вып. 80. С. 51–58.
4. Евстигнеев В.П., Наумова В.А., Воскресенская Е.Н., Евстигнеев М.П., Любарев Е.П. Ветро-волновые условия прибрежной зоны Азово-Черноморского региона. Севастополь: ИПТС, 2017. 320 с.
5. Ильин Ю.П., Репетин Л.Н., Белокопытов В.Н., Горячкин Ю.Н., Дьяков Н.Н., Кубряков А.А., Станичный С.В. Гидрометеорологические условия морей Украины. Черное море. МЧС и НАН Украины, МО УкрНИГМИ. Т. 2 Севастополь, 2012. 420 с.
6. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений // Под. ред.

Абакумова В.А. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 240 с.

7. Калугина-Гутник А.А. Фитобентос Черного моря. Киев: Наукова думка, 1975. 248 с.

8. Зинова А.Д. Определитель зеленых, бурых и красных водорослей южных морей СССР. М. – Л. Изд-во «Наука», 1967. 397 с.

9. Guiry M.D., Guiry G.M. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway // URL: <http://www.algaebase.org> (Searched on 2019).

10. Розенберг Г.С. Количественные методы экологии и гидробиологии // Сб. научн. трудов, посвящ. памяти А.И. Баканова. Тольятти: СамНЦ РАН. 2005. 404 с.

11. Зайцев Г. Н. Математика в экспериментальной ботанике. М: Наука, 1990. 296 с.

12. Евстигнеева И.К., Танковская И.Н. Макроводоросли перифитона и бентоса побережья бухты Ласпи (Крым, Чёрное море) // Экология моря. 2010. Спец. вып. 81: Биотехнология водорослей. С. 40–49.

13. Садогурский С.Е., Белич Т.В., Садогурская С.А. О новых для заповедника «Мыс Март'ян» видах фитобентоса (Крым, Чёрное море) // Nature Conservation Research. Заповедная наука. 2018. Т. 3 (1). С. 100–102. doi: 10.24189/ncr.2018.013.

14. Евстигнеева И.К., Танковская И.Н. Макроводоросли биологического литоконтур акватории Карадагского природного заповедника (Крым) // Альгология. 2014. Т. 24, № 3. С. 388–393.

15. Толмачев А.И. Методы сравнительной флористики и проблемы флорогенеза. Новосибирск: Изд-во «Наука». Сибирское отделение, 1986. 192 с.

References in roman script

1. Evstigneeva I.K., Tankovskaya I.N. Structure and Dynamics of Macrophyte Fouling of a Hydraulic Structure (Black Sea) // Power Technology and Engineering. 2019. Vol. 53, iss. 1. P. 14–22. doi: 10.1007/s10749-019-01027-7.

2. Evstigneeva I.K., Tankovskaya I.N. Makroal'goobrastanie tverdykh substratov v pribrezh'e zapovednika «Mys Mart'yan» (CHernoe more) // Sovremennye problemy ekologii Azovo-CHernomorskogo regiona: mat. V Mezhd. konf. Kerch': Izd-vo YUGNIRO, 2010a. S. 74–80.

3. Evstigneeva I.K., Tankovskaya I.N. Struktura i dinamika makrofitoperifitona

i makrofitobentosa zapovednika «Mys Mart'yan» (CHernoe more) // Ekologiya morya. 2010b. Spec. vyp. 80. S. 51–58.

4. Evstigneev V.P., Naumova V.A., Voskresenskaya E.N., Evstigneev M.P., Lyubarec E.P. Vetro-volnovye usloviya pribrezhnoy zony Azovo-CHernomorskogo regiona. Sevastopol': IPTS, 2017. 320 s.

5. Il'in YU.P., Repetin L.N., Belokopytov V.N., Goryachkin YU.N., D'yakov N.N., Kubryakov A.A., Stanichnyj S.V. Gidrometeorologicheskie usloviya morej Ukrainy. CHernoe more. MCHS i NAN Ukrainy, MO UkrNIGMI. T. 2 Sevastopol', 2012. 420 s.

6. Rukovodstvo po metodam gidrobiologicheskogo analiza poverhnostnykh vod i donnykh otlozhenij // Pod. red. Abakumova V.A. L.: Gidrometeoizdat, 1983. 240 s.

7. Kalugina-Gutnik A.A. Fitobentos CHernogo morya. Kiev: Naukova dumka, 1975. 248 s.

8. Zinova A.D. Opredelitel' zelenykh, burykh i krasnykh vodoroslej yuzhnykh morej SSSR. M. – L. Izd-vo «Nauka», 1967. 397 s.

9. Guiry M.D., Guiry G.M. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway // URL: <http://www.algaebase.org> (Searched on 2019).

10. Rozenberg G.S. Kolichestvennye metody ekologii i gidrobiologii // Sb. nauchn. trudov, posvyashch. pamyati A.I. Bakanova. Tol'yatti: SamNC RAN. 2005. 404 s.

11. Zajcev G. N. Matematika v eksperimental'noj botanike. M: Nauka, 1990. 296 s.

12. Evstigneeva I.K., Tankovskaya I.N. Makrovodorosli perifitona i bentosa pribrezh'ya buhty Laspi (Krym, CHyornoe more) // Ekologiya morya. 2010. Spec. vyp. 81: Biotekhnologiya vodoroslej. S. 40–49.

13. Sadogurskij S.E., Belich T.V., Sadogurskaya S.A. O novykh dlya zapovednika «Mys Mart'yan» vidakh fitobentosa (Krym, CHernoe more) // Nature Conservation Research. Zapovednaya nauka. 2018. T. 3 (1). S. 100–102. doi: 10.24189/ncr.2018.013.

14. Evstigneeva I.K., Tankovskaya I.N. Makrovodorosli biologicheskogo litokontura akvatorii Karadagskogo prirodnogo zapovednika (Krym) // Al'gologiya. 2014. T. 24, № 3. S. 388–393.

15. Tolmachev A.I. Metody sravnitel'noj floristiki i problemy florogeneza. Novosibirsk: Izd-vo «Nauka». Sibirskoe otdelenie, 1986. 192 s.

Дополнительная информация

Сведения об авторах:

Евстигнеева Ирина Константиновна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник; Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН; 299011, г. Севастополь, пр-т Нахимова, 2; e-mail: ikevstigneeva@gmail.com.

Евстигнеев Владислав Павлович, кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН; 299011, г. Севастополь, пр-т Нахимова, 2; старший научный сотрудник; Севастопольский государственный университет, 299053 Россия, г. Севастополь, ул. Университетская, 33; e-mail: vald_e@rambler.ru.

Танковская Ирина Николаевна, младший научный сотрудник; Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН; 299011, г. Севастополь, пр-т Нахимова, 2; e-mail: itankovskay@gmail.com.

В этой статье под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 International License, которая разрешает копирование, распространение, воспроизведение, исполнение и переработку материалов статей на любом носителе или формате при условии указания автора(ов) произведения, защищенного лицензией Creative Commons, и указанием, если в оригинальный материал были внесены изменения. Изображения или другие материалы третьих лиц в этой статье включены в лицензию Creative Commons, если иные условия не распространяются на указанный материал. Если материал не включен в лицензию Creative Commons, и Ваше предполагаемое использование не разрешено законодательством Вашей страны или превышает разрешенное использование, Вам необходимо получить разрешение непосредственно от владельца(ев) авторских прав.

Для цитирования: Евстигнеева И.К., Евстигнеев В.П., Танковская И.Н. Водоросли обрастания твердых субстратов и гидротехнического сооружения в Черном море (Мыс Мартыан) // Экология и строительство. 2019. № 3. С. 28–35. doi: [10.35688/2413-8452-2019-03-004](https://doi.org/10.35688/2413-8452-2019-03-004).

Работа выполнена в рамках темы Государственного задания Федерального исследовательского центра «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН», государственный регистрационный номер № АААА-А18-118021350003-6 при частичной финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и г. Севастополь (РФФИ № 18-45-920072).

Additional Information

Information about the authors:

Evstigneeva Irina Konstantinovna, candidate of biological sciences, senior researcher; A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS; 2, the Nakhimov Avenue, Sevastopol, 299011, Russia; e-mail: ikevstigneeva@gmail.com.

Evstigneev Vladislav Pavlovich, candidate of physical and mathematical sciences, leading researcher; A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS; 2, the Nakhimov Avenue, Sevastopol, 299011, Russia; senior researcher; Sevastopol State University; 33, Universitetskaya st., Sevastopol, 299053, Russia; e-mail: vald_e@rambler.ru.

Tankovskaya Irina Nikolaevna, junior researcher; A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS; 2, the Nakhimov Avenue, Sevastopol, 299011, Russia; e-mail: itankovskay@gmail.com.

This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons license, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons license and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder.

For citations: Evstigneeva I.K., Evstigneev V.P., Tankovskaya I.N. Algae fouling of solid substrates and hydraulic structure in The Black sea (The Cape Martyan) // Ekologiya i stroitelstvo. 2019. № 3. P. 28–35. doi: [10.35688/2413-8452-2019-03-004](https://doi.org/10.35688/2413-8452-2019-03-004).

This work is ostensibly supported by the Ministry of Science and Higher Education (Russia) under the State assignment № АААА-А18-118021350003-6 of A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of Russian Academy of Sciences with partial financial support by Russian Foundation for Basic Research and Sevastopol city (RFBR № 18-45-920072).