DOI: 10.24412/2072-8816-2026-20-3-84-95
УДК 582.271/275:502.7(262.5)

ВИДОВОЙ СОСТАВ И ТАКСОНОМИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ МАКРОФИТОПЕРИФИТОНА ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА «МЫС МАРТЬЯН» (ЧЕРНОЕ МОРЕ)

© 2026 И.К. Евстигнеева*, И.Н. Танковская**

Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского РАН
пр. Нахимова, 2, Севастополь, 299011, Россия
**e-mail: ikevstigneeva@gmail.com; **e-mail: itankovskay@gmail.com*

Аннотация. Составной частью природопользования прибрежья Крыма является строительство берегозащитных гидротехнических сооружений. Основным компонентом обрастания таких конструкций являются макроводоросли, играющие важную роль в функционировании прибрежной экосистемы. Целенаправленное изучение альгообрастания (фитоперифитон) искусственных сооружений в разных регионах Черного моря и, особенно, на охраняемых территориях, проводится эпизодически. Так, имеющиеся сведения об обрастании бун в акватории заповедника «Мыс Мартьян» получены около 20 лет назад. Отсюда цель работы – круглогодичное исследование видового состава и таксономической структуры макрофитоперифитона акватории заповедника «Мыс Мартьян». В 2025 году сбор проб проводили (ежемесячно по четыре) в центре боковой поверхности одной из бун специальным скребком-сачком площадью захвата 0.1 м^2 на равном расстоянии от поверхности воды. В макрофитоперифитоне обнаружен 61 вид из 47 родов, 31 семейства, 20 порядков, 5 классов отделов Chlorophyta (13 видов, 7 родов, 6 семейств, 4 порядка), Heterokontophyta (13 видов, 12 родов, 10 семейств, 5 порядков) и Rhodophyta (35 видов, 28 родов, 15 семейств, 11 порядков). Разнообразие базовых надвидовых таксонов невысокое и составляет 6% от общего числа родов, 13% семейств и 20% порядков. В макрофитоперифитоне 16% видов имеют охранный статус, среди которых преобладают таксоны, сокращающиеся в численности (EN) или редкие (NT). Выделены виды с высоким рангом таксономической исключительности, формирующие на иерархическом древе альгоценозов монотаксонные ветви, агрегирующиеся на уровне порядка и даже класса.

Ключевые слова: макрофитоперифитон, виды, таксономическая структура, заповедник, Крым, Черное море.

Поступила в редакцию: 08.04.2026. **Принята к публикации:** 01.09.2026.

Для цитирования: Евстигнеева И.К., Танковская И.Н. 2026. Видовой состав и таксономическое разнообразие макрофитоперифитона природного заповедника «Мыс Мартьян» (Черное море). — Фиторазнообразие Восточной Европы. 20(3): 84–95. DOI: 10.24412/2072-8816-2026-20-3-84-95

Введение

Прибрежье Крымского полуострова подвержено интенсивному природопользованию, составной частью которого является строительство берегозащитных гидротехнических сооружений. На Южном берегу Крыма с его галечными и в меньшей степени валунными пляжами применяется способ защиты с помощью бун, расположенных перпендикулярно к суше (Ignatov et al., 2014). Они зарекомендовали себя как хорошие пляжеудерживающие конструкции (Tlyavlina et al., 2014). Кроме того, как и все гидротехнические сооружения, размещаемые в море, буны становятся новым местообитанием для гидробионтов и тем самым делают перспективным их применение с целью охраны и поддержания морского биоразнообразия (Garcia-Gomez et al., 2015). Поэтому исследование обрастания искусственных сооружений позволяет оценить целесообразность использования их поверхностей для размещения видов, способствующих очищению моря и находящих применение в хозяйственной деятельности человека.

Важнейшим компонентом обрастания искусственных конструкций являются макроводоросли, играющие большую роль в структуре и функционировании всей прибрежной экосистемы (Evstigneeva, Tankovskaya, 2010; 2019; 2021; 2025). Подсчитано, что их вклад в фотосинтез морского прибрежья составляет 43% (Aleksandrov, 2008). Их заросли способствуют привлечению и концентрированию других гидробионтов, они создают убежища для молоди рыб и исполняют роль «рефугиума» для сохранения видов, существование которых становится затруднительным в изменившихся условиях среды обитания. Кроме того, водоросли служат биофильтром для очистки воды от загрязняющих веществ (Aleksandrov, 2008). Поэтому, понимая значение макроводорослей обрастания, важно при создании размещаемых в море конструкций учитывать эколого-биологические особенности видов, входящих в формирующиеся фитосистемы обрастания (Hajlov et al., 2009).

Целенаправленное изучение альгообрастания (фитоперифитон) искусственных сооружений в разных регионах Мирового океана и, в частности, в Черном море, несмотря на масштабность их внедрения, проводится эпизодически, что сказывается на полноте знаний о составе и структуре таких сообществ. Так, имеющиеся на сегодняшний день сведения о состоянии обрастания бун в заповедной акватории природного парка «Мыс Мартьян» получены около 20 лет назад (Evstigneeva, Tankovskaya, 2010) и которые только недавно были дополнены его характеристикой исключительно в зимне-весенний период вегетации (Evstigneeva, Tankovskaya, 2025). Отсюда ***целью*** настоящей работы стало круглогодичное исследование видового состава и таксономической структуры макрофитоперифитона (МФП) охраняемой акватории природного заповедника «Мыс Мартьян». В ***задачи*** исследования входили: а) оценка альфа-разнообразия и особенностей таксономической структуры МФП; б) выделение и описание комплекса охраняемых видов; в) ранжирование видов с учетом их таксономической исключительности.

Материал и методы

Мыс Мартьян представляет собой массив, сложенный, в основном, массандровскими отложениями. Рельеф местности – горный, с крутыми скалистыми приморскими склонами, навалами известнякового щебня и мелких глыб. Береговая линия сильно изрезана. Вдоль берега моря тянутся каменисто-галечниковые морские отложения и глыбовые навалы. Протяженность заповедной акватории составляет 1.6 км, а удаленность от берега – 500 м (Egorov et al., 2018). Уникальность и научная ценность заповедника заключается в том, что его акватория относится к немногим сохранившимся естественным участкам с типичной донной растительностью и высоким биоразнообразием.

Постановлением Правительства Российской Федерации от 15 октября 2025 г. № 1606 в Республике Крым на базе природного парка регионального значения «Мыс Мартьян" создан одноименный природный заповедник общей площадью 241.43 гектара, включающей прилегающую акваторию Черного моря (Decree…, 2025). Предполагается, что создание особо охраняемой природной территории позволит снизить антропогенную нагрузку, будет способствовать развитию научных исследований, экологического просвещения и туризма.

Отбор проб (по четыре ежемесячно) производили в центре боковой поверхности одной из бун, размещенной в прибрежной зоне заповедной акватории, с января по декабрь 2025 года с применением специального скребка-сачка площадью захвата 0.1 м^2 (Il'in, 1976). Точки отбора проб находились на равном расстоянии от поверхности воды (горизонт высотой от 0 до 0.5 м) (рис. 1).

Всего было собрано и обработано 36 количественных проб. Идентификацию водорослей проводили по базовому определителю (Zinova, 1967) с учетом современных номенклатурно-таксономических изменений (Guiry, Guiry, 2026).

При описании таксономической структуры применяли сведения о пропорциях флоры (Semkin et al., 2010). Данные о видовом составе привлекали для оценки принадлежности морской флоры к конкретной географической зоне (коэффициент Фельдманна) и для определения степени эвтрофирования водной среды (индекс Ченея) (Feldmann, 1937; Cheney, 1977).

Рис. Карта-схема заповедника и место отбора проб макроводорослей

Fig. Map of the nature reserve and the location of macroalgae sampling

Результаты и обсуждение

В результате обработки проб МФП, собранных на буне, выявлен 61 вид из 47 родов, 31 семейства, 20 порядков, 5 классов отделов Chlorophyta (Ch), Heterokontophyta (Het) и Rhodophyta (Rh) (табл. 1). Общее число обнаруженных в 2025 году видов составляет 37% от этого же показателя у макрофитобентоса заповедной акватории у мыса Мартьян за период с 1973 по 2017 год (Belich et al., 2025). Такое разнообразие видов в обрастании только центральной части одной из бун, исследованное в течение одного года, является достаточно весомым вкладом в поддержание альфа-разнообразия всей прибрежной экосистемы в районе исследований. Примечательно, что видовое соотношение отделов (1Ch : 1Het : 3Rh) в МФП и макрофитобентосе совпадает, а вывод о тепловодном характере бентосной флоры в районе мыса Мартьян распространяется и на МФП (коэффициент Фельдманна – 2.7). Количественное соотношение суммы видов Ch + Rh, отнесенной к Het (индекс Ченея – 3.7), по-прежнему свидетельствует о мезотрофном качестве среды обитания водорослей.

Самым многочисленным среди отделов (57.4% от общего числа выявленных видов) является Rh. Доля его надвидовых таксонов превышает таковую у Ch в 2–4, а у Het – в 1.5–2.3 раза. Общая пропорция таксонов у Ch, Rh и всего сообщества близка к совпадению, сходство же с Het характерно только для соотношения «род/вид» (табл. 2).

Соотношение «вид/род» у Ch больше, чем у других отделов, а «вид/семейство» и «вид/порядок» так же высоки, как у Rh. Часть таксономических соотношений у Het («вид/род», «вид/семейство» и «вид/порядок») по величине самые низкие среди отделов, однако ему характерна наибольшая насыщенность порядков семействами.

Надвидовые таксоны в МФП различаются своей видовой насыщенностью, что позволяет определить ранг их участия в формировании видовой структуры сообщества (табл. 3).

Таблица 1. Аннотированный список видов водорослей МФП заповедника «Мыс Мартьян» (2025 г.)

Table 1. Annotated list of algae species MFP of the «Cape Martyan» Nature Reserve (2025)

Вид Species	Род Genus	Семейство Family	Порядок Order	Класс Class
Chlorophyta Rchb.				
Chaetomorpha gracilis Kütz.	*Chaetomorpha* Kütz.	Cladophoraceae Wille	Cladophorales Haeckel	Ulvophyceae Mattox et K.D. Stewart
Chaetomorpha linum (O.F. Müll.) Kütz.				
Cladophora albida (Nees) Kütz.	*Cladophora* Kütz.			
Cladophora laetevirens (Dillw.) Kütz.				
Cladophora liniformis Kütz.				
Cladophora sericea (Huds.) Kütz.				
Cladophoropsis membranacea (Bang ex C. Agardh) Børgesen	*Cladophoropsis* Børgesen	Boodleaceae Børgesen		
Ulva rigida C. Agardh.	*Ulva* L.	Ulvaceae J.V. Lamour. ex Dumort.	Ulvales F.F. Blackman et Tansley	
Ulva intestinalis L.				
Ulva linza L.				
Bryopsis corymbosa J. Agardh	*Bryopsis* J.V. Lamour.	Bryopsidaceae Bory	Bryopsidales J.H. Schaffn.	
Codium vermilara (Olivi) Delle Chiaje	*Codium* Stackhouse	Codiaceae Stackhouse		
Acrosiphonia arcta (Dillw.) Gain	*Acrosiphonia* J. Agardh	Acrosiphoniaceae S. Jónsson	Acrosiphoniales S. Jónsson	
Heterokontophyta Moestrup, R.A. Andersen & Guiry				
Feldmannia lebelii (Aresch. ex P. Crouan et H. Crouan) Hamel	*Feldmannia* Hamel	Acinetosporaceae G. Hamel ex Feldmann	Ectocarpales Bessey	Phaeophyceae Kjellm
Corynophlaea umbellata (C. Agardh) Kütz.	*Corynophlaea* Kütz.	Chordariaceae Grev.		
Ectocarpus siliculosus (Dillw.) Lyngb.	*Ectocarpus* Lyngb.	Ectocarpaceae C. Agardh		
Scytosiphon lomentaria (Lyngb.) Link	*Scytosiphon* C. Agardh	Scytosiphonaceae Farlow		
Gongolaria barbata (Stack house) Kuntze	*Gongolaria* Boehmer	Sargassaceae Kütz.	Fucales Bory	
Ericaria crinita (Duby) Molinari et Guiry	*Ericaria Stackhouse*			
Sphacelaria cirrosa (Roth) C. Agardh	*Sphacelaria* Lyngb.	Sphacelariaceae Decne.	Sphacelariales Mig.	
Sphacelorbus nanus (Nag. et Kütz.) Draisma, Prud'homme et H. Kawai	*Sphacelorbus* Draisma Prud'homme et H. Kawai			
Cladostephus spongiosus (Huds.) C. Agardh	*Cladostephus* C. Agardh	Cladostephaceae Oltm.		
Cladostephus hirsutus (L.) Boudouresque et M. Perret-Boudouresque ex Heesch et al.				

Продолжение таблицы 1

Вид Species	Род Genus	Семейство Family	Порядок Order	Класс Class
Halopteris scoparia (L.) Sauvageau	*Halopteris* Kütz	Stypocaulaceae Oltmanns		
Zanardinia typus (Nardo) P.C. Silva	*Zanardinia* Nardo ex Zanardini	Cutleriaceae J.W. Griffith et Henfrey	Tilopteridales Bessey	
Padina pavonica (L.) Thivy	*Padina* Adanson	Dictyotaceae J.V. Lamour. et Dumortier	Dictyotales Bory	
Rhodophyta Wettst.				
Acrochaetium secundatum (Lyngb.) Näg.	*Acrochaetium* Näg.	Acrochaetiaceae Fritsch ex W.R. Taylor	Acrochaetiales Feldmann	Florideophyceae Cronquist
Corallina officinalis L.	*Corallina* L.	Corallinaceae J.V. Lamour.	Corallinales P.C. Silva et H.W. Johans.	
Ellisolandia elongata (J. Ellis et Solander) K.R. Hind et G.W. Saunders	*Ellisolandia* K.R. Hind et G.W. Saunders			
Hydrolithon farinosum (J.V. Lamour.) Penrose et Y.M. Chamb.	*Hydrolithon* (Foslie) Foslie			
Jania rubens (L.) J.V. Lamour.	*Jania* J.V. Lamour.			
Jania virgata (Zanard.) Montagne				
Phymatolithon lenormandii (Aresch.) W.H. Adey	*Phymatolithon* Foslie	Hapalidiaceae J.E. Gray	Hapalidiales W.A. Nelson, J.E. Sutherland, T.J. Farr et H.S. Yoon	
Phymatolithon calcareum (Pallas) W.H. Adey et D.L. McKibbin ex Woelkerling et L.M. Irvine				
Vertebrata fucoides (Huds.) Kuntze	*Vertebrata* Gray	Rhodomelaceae Horan.	Ceramiales Näg.	
Vertebrata subulifera (C. Agardh) Kuntze				
Polysiphonia sanguinea (C. Agardh) Zanard.	*Polysiphonia* Grev.			
Lophosiphonia obscura (C. Agardh) Falkenb.	*Lophosiphonia* Falkenb.			
Xiphosiphonia pennata (C. Agardh) Savoie et G.W. Saunders	*Xiphosiphonia* Savoie et G.W. Saunders			
Carradoriella denudata (Dillw.) Savoie et G.W. Saunders	*Carradoriella* P.C. Silva			
Laurencia coronopus J. Agardh	*Laurencia* J.V. Lamour.			
Palisada perforata (Bory) K.W. Nam	*Palisada* K.W. Nam			
Chondria capillaris (Huds.) M.J. Wynne	*Chondria* C. Agardh			
Ceramium diaphanum (Lightf.) Roth	*Ceramium* Roth	Ceramiaceae Dumort.		
Ceramium virgatum Roth				
Ceramium ciliatum (Ell.) Ducl.				

Продолжение таблицы 1

Вид Species	Род Genus	Семейство Family	Порядок Order	Класс Class
Ceramium secundatum Lyngb.				
Ceramium echionotum J. Agardh				
Antithamnion cruciatum (Agardh) Näg.	*Antithamnion* Näg.			
Pterothamnion plumula (J. Ellis) Näg.	*Pterothamnion* Näg.			
Callithamnion corymbosum (Smith) Lyngb.	*Callithamnion* Lyngb.	Callithamniaceae Kütz.		
Apoglossum ruscifolium (Turn.) J. Agardh	*Apoglossum* (J. Agardh)	Delesseriaceae Bory		
Spermothamnion strictum (C. Agardh) Ardiss.	*Spermothamnion* Aresch.	Wrangeliaceae J. Agardh		
Gelidium spinosum (S.G. Gmel.) P.C. Silva	*Gelidium* J.V. Lamour.	Gelidiaceae Kütz.	Gelidiales Kylin	
Gelidium crinale (Hare et Turner)				
Dermocorynus dichotomus (J. Agardh) Gargiulo, M. Morabito et Manghisi	*Dermocorynus* P. Crouan et H. Crouan	Halymeniaceae Bory	Halymeniales G. W. Saunders et Kraft	
Lomentaria clavellosa (Lightfoot ex Turner) Gaillo	*Lomentaria* Lyngb.	Lomentariaceae Willkomm	Rhodymeniales Näg.	
Colaconema savianum (Meneg.) R. Nielsen	*Colaconema* Batters	Colaconemataceae J.T. Harper et G.W. Saunders	Colaconematales J.T. Harper et G.W. Saunders	
Erythrotrichia carnea (Dillw.) J. Agardh	*Erythrotrichia* Aresch.	Erythrotrichiaceae G.M. Smith	Erythropeltales Garbary, G.I. Hansen et Scagel	Compsopogo-nophyceae G.W. Saunderset Hommersand
Chroodactylon ornatum (C. Agardh) Basson	*Chroodactylon* Hansgirg	Stylonemataceae K.M. Drew	Stylonematales K.M. Drew	Stylonemato-phyceae H.S. Yoon, K.M. Müller, R.G. Sheath, F.D. Ott et D. Bhattacharya
Neopyropia leucosticta (Thuret.) L.-E. Yang et J. Brodie	*Neopyropia* J. Brodie et L.-E. Yang	Bangiaceae Duby	Bangiales Näg.	Bangiophy-ceae Wettstein

Таблица 2. Общая таксономическая характеристика МФП в заповедной акватории мыса Мартьян

Table 2. General taxonomic characteristics of the MFP in the protected waters of Cape Martyan

Отдел Phylum	Число таксонов Number of taxa				Пропорция флоры Proportions of flora	Таксономические спектры Taxonomic spectra			
	п*	с	р	в	п:с:р:в	в/р	в/с	в/п	с/п
Ch	4	6	7	13	1:1.5:2:3	1.9	2.2	3.2	1.5
Het	5	10	12	13	1:2:2:3	1.1	1.3	2.6	2.0
Rh	11	15	28	35	1:1:2.5:3	1.2	2.3	3.2	1.4
Всего	20	31	47	61	1:1.5:2:3	1.3	2.0	3.1	1.5

Примечание: * п, с, р, в – порядок, семейство, род, вид
Note: * o, f, g, s – order, family, genus, species

Таблица 3. Спектр ведущих (по числу видов, N) надвидовых таксонов в составе МФП в районе мыса Мартьян

Table 3. Spectrum of dominant (by number of species, N) supraspecies taxa within the MFP in the area of Cape Martyan

Роды Genus	N, ед. N, un.	Ранг Rank	Семейства Family	N, ед. N, un.	Ранг Rank	Порядки Order	N, ед. N, un.	Ранг Rank
Ceramium	5	I	Rhodomelaceae	9	I	Ceramiales	19	I
Cladophora	4	II	Ceramiaceae	7	II	Cladophorales	7	II
Ulva	3	III	Cladophoraceae	6	III	Corallinales	7	III
Всего видов: 12/20*			Corallinaceae	5	IV	Sphacelariales	5	III
			Всего видов: 27/45			Всего видов: 38/63		

Примечание: * число видов в % от их общего числа в МФП
Note: * the number of species in % of their total number in the MFP

Спектр ведущих надвидовых таксонов характеризуется невысоким разнообразием, поскольку включает только 6% от общего числа родов, 13% семейств и 20% порядков. Роды и семейства первых трех рангов встречаются только у Ch и Rh, а порядки – во всех трех отделах. На долю многовидовых родов (по три – пять видов в каждом) приходится 7% от их общего числа в альгофлоре МФП и 20% от всех обнаруженных видов. За ними следуют шесть (13% от общего числа родов) двухвидовых родов. Основу родового разнообразия флоры обрастания составляют моновидовые роды (80%).

В состав МФП входят 10 видов (16.4%), обладающих охранным статусом разной категории (табл. 4). Половина таких видов относится к Het, 3 вида – к Rh и 2 – к Ch.

Таблица 4. Перифитонные виды с природоохранным статусом разной категории

Table 4. Periphyton species with conservation status of different categories

Таксон	Охранный документ
Chlorophyta	
Cladophoropsis membranacea (Bang ex C. Agardh) Børgesen	КкУ* (NT**) КкК (LC)
Codium vermilara (Olivi) Delle Chiaje	КкК (EN)
Heterokontophyta	
Ectocarpus siliculosus (Dillw.) Lyngb.	КкУ (EN)
Gongolaria barbata (Stackh.) Kuntze	КкК (EN), RDL (EN) RDB (EN)
Ericaria crinita (Duby) Molinari et Guiry	КкК (EN), RDL, RDB
Cladostephus spongiosus (Huds.) C. Agardh	КкУ (NT) КкК (NT)
Halopteris scoparia (L.) Sauvageau	КкК (NT)
Rhodophyta	
Laurencia coronopus J. Agardh	КкУ (EN) КкК (NT)
Gelidium spinosum (S. G. Gmel.) P. C. Silva	RDL (NT)
Dermocorynus dichotomus (J. Agardh) Gargiulo, M. Morabito et Manghisi	КкС (CR)

Примечание: * здесь и далее по тексту КкУ – Красная книга Украины, КкК – Красная книга Крыма, КкС – Красная книга Севастополя, RDL – Black Sea Red Data List, RDB – Black Sea Red Data Book. ** Категория природоохранного статуса видов: CR – находятся под угрозой уничтожения, EN – сокращаются в численности, NT – редкие, LC – восстанавливаемые и восстанавливающиеся.
Note: * here and further along the text: Red Data Book of Ukraine, Red Data Book of Crimea, Red Data Book of Sevastopol, RDL – Black Sea Red Data List, RDB – Black Sea Red Data Book; *** conservation status category: CR – threatened with extinction, EN – declining in numbers, NT – rare, LC – recovering and recovering species.

Охраняемые виды упоминаются почти во всех Красных книгах и международных списках, за исключением КкРФ (Red…, 2008, 2018, 2025; Black…, 1997, 1999). Большинство таких видов зарегистрировано в КкК (7 видов из Ch, Het, Rh), 4 вида (из Ch, Het, Rh) – в КкУ, 3 вида (из Het и Rh) – в RDL, 2 (из Het) – в RDB и 1 (из Rh) – в КкС. Указанные виды по степени уязвимости относятся к четырем категориям. Наиболее часто встречаются виды, сокращающиеся в численности (EN) или редкие (NT). Один вид (*Dermocorynus dichotomus* (J. Agardh) Gargiulo, M. Morabito et Manghisi) признан находящимся под угрозой исчезновения (CR) и еще один (*Cladophoropsis membranacea* (Bang ex C. Agardh) Børgesen) – к восстанавливающимся (LC). Подавляющее большинство видов, нуждающихся в защите, отмечено сразу в нескольких документах.

В работе (Nevrova, 2023) предлагается при изучении таксономического разнообразия бентосных микроводорослей учитывать ранг их таксономической исключительности. На наш взгляд, такой ракурс исследований вполне применим и для оценки роли макроводорослей в формировании таксономического разнообразия как альгофлоры бентоса, так и перифитона. Применение такого подхода позволило выделить виды с низким, высоким и в отдельных случаях наивысшим рангом таксономической исключительности. Прежде всего, были определены таксономические ветви, образованные многовидовыми родами, смыкающиеся с такими же ветвями других родов на уровне семейства или порядка. Виды, формирующие подобные ветви, являются филогенетически близкими и исчезновение одного или нескольких из них не приведет к исключению целой ветви иерархического древа альгофлоры в районе исследований. Примером служат многовидовые роды *Cladophora* и *Chaetomorpha*, которые смыкаются на уровне семейства Cladophoraceae и порядка Cladophorales.

К другой группе относятся таксономически значимые виды, образующие монотаксонные ветви до уровня семейства, объединяющиеся в общий узел на уровне порядка. В нее включены виды *Bryopsis corymbosa* J. Agardh, *Codium vermilara* (Olivi) Delle Chiaje, каждый из которых входит в состав семейств, агрегирующихся с другими таксонами на уровне порядка Bryopsidales, а также *Feldmannia lebelii* (Aresch. ex P. Crouan et H. Crouan) Hamel., *Corynophlaea umbellata* (C. Agardh) Kütz., *Ectocarpus siliculosus* (Dillw.) Lyngb., *Scytosiphon lomentaria* (Lyngb.) Link, входящие в общий порядок Ectocarpales, *Callithamnion corymbosum* (Smith) Lyngb., *Apoglossum ruscifolium* (Turn.) J. Agardh и *Spermothamnion strictum* (C. Agardh) Ardiss – из Ceramiales. Элиминация таких видов при изменении условий окружающей среды способна вызвать существенные изменения в структуре иерархического древа альгофлоры. Повышенная уязвимость большинства перечисленных видов сочетается с их низкой встречаемостью в обрастании буны (11–22%). Отметим, что среди красных водорослей преобладают моновидовые роды, агрегирующиеся на уровне общего семейства.

К еще более высокому рангу таксономической исключительности, а, значит, и значимости для сохранения естественного разнообразия относятся виды, образующие ветвь «один род – одно семейство – один порядок»: *Zanardinia typus* (Nardo) P.C Silva, *Padina pavonica* (L.) Thivy из Het, *Acrochaetium secundatum* (Lyngb.) Näg., *Hydrolithon farinosum* (J.V. Lamour.) Penrose et Y.M. Chamb., *Dermocorynus dichotomus* (J. Agardh) Gargiulo, M. Morabito et Manghisi, *Lomentaria clavellosa* (Lightfoot ex Turner) Gaillo, *Colaconema savianum* (Meneg.) R. Nielsen из Rh. Встречаемость в течение года этой группы видов, за единственным исключением, невелика и колеблется от 11 до 44%.

Особое положение среди перифитонных водорослей в акватории мыса Мартьян занимают *Erythrotrichia carnea* (Dillw.) J. Agardh, *Chroodactylon ornatum* (C. Agardh) Basson, *Neopyropia leucosticta* (Thuret.) L.-E. Yang et J. Brodie, которые участвуют в образовании монотаксонных ветвей наивысшего ранга «вид – род– семейство – порядок – класс». Следует отметить, что эти виды редко встречаются в течение года (встречаемость 11–33%) и не для всех это объясняется сезонным характером их вегетации. Такие виды и сохранность их биотопов заслуживают особого внимания не только в акваториях охраняемых объектов, но и подвергающихся антропогенному прессу.

Результаты таксономического анализа альгофлоры обрастания берегозащитного сооружения позволяют сделать вывод о том, что осуществление природоохранных мероприятий должно распространяться не только на виды, охранный статус которых закреплен международными и отечественными документами, но и на таксоны высоких рангов таксономической исключительности, элиминация которых может привести к заметной трансформации структуры древа всей альгофлоры. Помимо этого, перифитонная флора у мыса Мартьян изначально

отличается небольшим числом многовидовых родов, представленных тремя–пятью или чаще двумя филогенетически близкими видами, которые могли бы обеспечить относительно устойчивый характер ее фиторазнообразия. Возможно, такая представленность родов является иллюстрацией правила А. Монара, сформулированного в 1919 году, согласно которому в однородных условиях и на ограниченной территории какой-либо род чаще всего представлен одним видом (Rejmers, 1994). Выявленная особенность, очевидно, связана с близостью экологических ниш видов одного рода. Наличие некоторого числа двухвидовых родов отвечает принципу сосуществования, или парадоксу Д. Хатчинсона, в соответствии с которым в порядке исключения возможно сосуществование двух близких видов в одной эконише. Поскольку такие виды вынуждены использовать одинаковые ресурсы, естественный отбор может благоприятствовать их совместному проживанию (Rejmers, 1994).

Заключение

1. В результате круглогодичного исследования макрофитоперифитона заповедной акватории у мыса Мартьян выявлен 61 вид из 47 родов, 31 семейства, 20 порядков, 5 классов трех отделов. Наиболее многочисленным является Rhodophyta (35 видов, 28 родов, 15 семейств, 11 порядков). Отделы Heterokontophyta (13 видов, 12 родов, 10 семейств, 5 порядков) и Chlorophyta (13 видов, 7 родов, 6 семейств, 4 порядка) представлены равным числом видов.

2. Обнаруженные виды составляют более трети этого показателя у макрофитобентоса в районе исследований. Видовое соотношение отделов в бентосе и перифитоне совпадает.

3. Спектр ведущих надвидовых таксонов характеризуется невысоким разнообразием и включает только 7% от общего числа родов, 13% семейств и 20% порядков.

4. В состав макрофитоперифитона входят виды (16.4%), обладающие охранным статусом разных категорий уязвимости. Наиболее часто встречаются таксоны, сокращающиеся в численности (EN) или редкие (NT).

5. Выделены виды с высоким рангом таксономической исключительности, формирующие на иерархическом древе альгоценозов монотаксонные ветви с высоким уровнем агрегации: до порядка и даже класса.

Благодарности

Работа выполнена в рамках государственного задания ФИЦ ИнБЮМ по теме «Комплексное исследование механизмов функционирования морских биотехнологических комплексов с целью получения биологически активных веществ из гидробионтов» (№ гос. регистрации: 124022400152-1).

Авторы выражают искреннюю благодарность сотруднику отдела аквакультуры и морской фармакологии в.н.с., д.б.н. Гринцову В.А. за идею по возобновлению совместных гидробиологических работ в районе акватории заповедника, а также за помощь по отбору альгологических проб.

Список литературы

[Aleksandrov] Александров Б.Г. 2008. Гидробиологические основы управления состоянием прибрежных экосистем Черного моря. Киев: Изд-во Наукова думка. 343 с.

[Belich et al.] Белич Т.В., Садогурский С.Е., Садогурская С.А. 2025. Структура флоры макрофитобентоса морской акватории природного парка «Мыс Мартьян». — Биология растений и садоводство: теория, инновации. 2 (175): 19–29.

Black Sea Red Data Book. 1999. New York: United Nations Office for Project Services. 413 p.

Black Sea Red Data List. 1997. [online] Available at: http:// www.grid.unep.ch/bsein/redbook/about/datalist.htm [Дата обращения 25.03.2026]

Cheney D.T. 1977. R + C/P a new and improved ratio for comparing seeweed floros. — Journal Phycology. V. 13(2). 12. p.

[Egorov et al.] Егоров В.Н., Плугатарь Ю.В., Малахова Т.В., Садогурский С.Е., Мосейченко И.Н. 2018. Обнаружение струйных газовыделений в акватории у мыса Мартьян. — Бюллетень ГНБС. 126: 9–13.

[Evstigneeva, Tankovskaya] Евстигнеева И.К., Танковская И.Н. 2010. Макроводоросли перифитона и бентоса прибрежья бухты Ласпи (Крым, Черное море). — Экология моря. 81: С. 40–49.

[Evstigneeva et al.] Евстигнеева И.К., Евстигнеев В.П., Танковская И.Н. 2019. Водоросли обрастания твердых субстратов и гидротехнического сооружения в Черном море (Мыс Мартьян). – Экология и строительство. 3: 28–35. https://doi.org/10.35688/2413-8452-2019-03-004

[Evstigneeva, Tankovskaya] Евстигнеева И.К., Танковская И.Н. 2021. Сезонные состояния фитообрастания берегозащитного гидротехнического сооружения (бухта Круглая, Черное море). — Экосистемы. 25: 49–59. https://doi.org/10.37279/2414-4738-2021-25-49-59

[Evstigneeva, Tankovskaya] Евстигнеева И.К., Танковская И.Н. 2025. Таксономическая структура и видовое разнообразие фитоперифитона природного парка «Мыс Мартьян» в зимне-весенний период. — Экосистемы. 44: С. 21–36.

Feldmann J. 1937. Recherches sur la Végétation Marine de la Méditerranée - La Côte des Albères. — Revue Algology. 10: 1–339.

García-Gómez J.C, Guerra-García J.M, Espinosa F., Maestre M.J, Rivera-Ingraham G., Fa D., González A.R, Ruiz-Tabares A., López-Fé C.M. 2015. Artificial marine micro-reserves networks (AMMRNs): an innovative approach to conserve marine littoral biodiversity and protect endangered species – J. Mar. Ecol. 36: 259–277. doi: org/10.1111/maec.12167.

Guiry M.D., Guiry G.M. 2026. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. Available at: http: // www.algaebase.org. [Date accessed 25.04.2026].

[Hajlov et al.] Хайлов К.М., Празукин А.В., Смолев Д.М, Юрченко Ю.Ю. 2009. Школа биогеоэкологии. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. 325 с.

[Ignatov et al.] Игнатов Е.И., Орлова М.С., Санин А.Ю. 2014. Береговые морфосистемы Крыма. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. 267 с.

[Il'in] Ильин И.Н. 1976. К методике изучения обрастания в океане. — Океанология. 16(6): 1122–1125.

[Nevrova] Неврова Е.Л. 2023. Анализ разнообразия бентосных диатомовых водорослей (Bacillariophyta) в районе ООПТ мыс Сарыч и других акваториях Крыма (Черное море). — Трансформация экосистем. 6(5): 43–64. https://doi.org/10.23859/estr-220927

[Decree] Постановление Правительства Российской Федерации от 15 октября 2025 г. № 1606.

[Rejmers] Реймерс Н.Ф. 1994. Экология (теория, законы, правила, принципы и гипотезы). М.: Изд-во журнала «Россия молодая». 367 с.

[Red…] Красная книга города Севастополя. 2018. Калининград, Севастополь. 432 с.

[Red…] Красная книга Республики Крым. 2025. (растения и грибы). Калининград: Полиграфычъ. 480 с.

[Red…] Червона книга України. Рослинний світ. 2009. Київ: Глобалконсалтінг. 912 с.

[Semkin et al.] Семкин Б.И., Клочкова Н.Г., Гусарова И.С., Горшков М.В. 2010. Дискретность и континуальность флор водорослей-макрофитов дальневосточных морей России III. Таксономические спектры – Известия ТИНРО. 163: 217–227.

[Tlyavlina et al.] Тлявлина Г.В., Тлявлин Р.М., Ярославцев Н.А. 2014. Проблемы и перспективы строительства берегоукрепительных сооружений и рекреационных пляжей на черноморском побережье Крыма. Гидротехника. 3: 28–29.

[Zinova] Зинова А.Д. 1967. Определитель зеленых, бурых и красных водорослей южных морей СССР. М.; Л. Наука. 397 с.

SPECIES COMPOSITION AND TAXONOMIC DIVERSITY OF THE MACROPHYTOPERIPHYTON IN THE «CAPE MARTYAN» NATURE RESERVE (BLACK SEA)

© 2026 I.K. Evstigneeva*, I.N. Tankovskaya**

A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS
2, Nakhimov Avenue, Sevastopol, 299011, Russia
**e-mail: ikevstigneeva@gmail.com; **e-mail: itankovskay@gmail.com*

Abstract. Crimea is subject to intensive land use, a key component of which is the construction of coastal protection structures. Among these, groynes have proven to be effective beach-retaining structures and new habitats for aquatic organisms. Macroalgae are the most important component of the biofouling of artificial structures, playing a major role in the structure and functioning of the coastal ecosystem. Targeted studies of algal fouling (phytoperiphyton) on such structures in various

regions of the Black Sea, and in particular in protected areas, are conducted sporadically and irregularly. Thus, the available data on algal fouling of breakwaters in the waters of the "Cape Martyan" Nature Reserve in southern Crimea were collected about 20 years ago and have only recently been supplemented with a description of its characteristics exclusively during the winter-spring growing season. Hence, the aim of this study was to conduct a year-round investigation of the species composition and taxonomic structure of the macrophytoperiphyton in the waters of the Cape Martyan Nature Reserve. The research objectives included: a) assessing the alpha diversity and taxonomic structure of algal growth; b) identifying and describing a complex of protected species; c) ranking species based on their taxonomic uniqueness. Samples (four samples per month from January to December 2025) were collected at the center of the lateral surface of one of the buoys located in the reserve's coastal zone using a scraper-net with a capture area of 0.1 m² and at an equal distance from the water surface (at a depth of 0 to 0.5 m). Analysis of the samples revealed 61 species belonging to 47 genera, 31 families, 20 orders and 5 classes within the phyla Chlorophyta, Heterokontophyta and Rhodophyta. The total number of identified species accounts for 37% of the corresponding figure for the macrophytobenthos of the waters off Cape Martyan for the period from 1973 to 2017. Such species diversity in the fouling of only the central part of one of the breakwaters represents a significant contribution to the alpha diversity of the coastal ecosystem in the study area. The most numerous division (57% of the total number of identified species) is Rhodophyta. The proportion of its supra-species taxa exceeds that of Chlorophyta by 2–4 times and that of Heterokontophyta by 1.5–2.3 times. The spectrum of basic supra-generic taxa is characterized by low diversity and includes only 6% of the total number of genera, 13% of families, and 20% of orders. The macrophytoperiphyton comprises 10 species (16%) with conservation statuses of various categories. The most common species are those with declining populations (EN) or near threatened (NT). Taxonomic clades formed by multi-species genera have been identified, merging with similar clades of other genera at the family or order level. The disappearance of one or more species forming such branches will not result in the elimination of an entire segment of the algal flora's hierarchical tree. Species that form the "one genus–one family–one order" branch are considered to have a higher rank of taxonomic uniqueness and significance for the conservation of natural diversity. *Erythrotrichia carnea* (Dillw.) J. Agardh, *Chroodactylon ornatum* (C. Agardh) Basson and *Neopyropia leucosticta* (Thuret.) L.-E. Yang et J. Brodie, which contribute to the formation of monotypic branches of the highest rank: "species–genus–family–order–class." The conservation of these species and their habitats deserves special attention not only in the waters of protected areas but also in those subject to anthropogenic pressure.

Key words: macrophytoperiphyton, species, taxonomic structure, specially protected natural areas, Crimea, Black Sea.

For citation: Evstigneeva I.K., Tankovskaya I.N. 2026. Species Composition and Taxonomic Diversity of the Macrophytoperiphyton in the "Cape Martyan" Nature Reserve (Black Sea). — Phytodiversity of Eastern Europe. 20(3): 84–95. DOI: 10.24412/2072-8816-2026-20-3-84-95

Submitted: 08.04.2026. **Accepted for publication:** 01.09.2026.

ACKNOWLEDGMENTS

This work was carried out within the framework of IBSS state research assignment "Comprehensive study of the functioning mechanisms of marine biotechnological complexes with the aim of obtaining bioactive substances from hydrobionts" (No. 124022400152-1).

The authors express their sincere gratitude to the employee of the Department of Aquaculture and Marine Pharmacology, leading researcher, Doctor of Biological Sciences V.A. Grintsov for the idea of resuming joint hydrobiological work in the area of the reserve's waters, as well as for assistance in collecting algological samples.

REFERENCES

Aleksandrov B.G. 2008. Hydrobiological foundations of managing the state of coastal ecosystems of the Black Sea. Kyiv: Naukova Dumka Publishing House. 343 p. (In Russ.).

Belich T.V., Sadogursky S.E., Sadogurskaya S.A. 2025. Structure of the macrophytobenthos flora of the marine waters of the Cape Martyan Nature Park. — Plant Biology and Horticulture: Theory, Innovations. 2 (175): 19–29. (In Russ.).

Black Sea Red Data Book. 1999. New York: United Nations Office for Project Services. 413 p.

Black Sea Red Data List. 1997. [online] Available at: http:// www.grid.unep.ch/bsein/redbook/about/datalist.htm [Дата обращения 25.03.2026]

Cheney D.T. 1977. R + C/P anew and improved ratio for comparing seeweed floros. — Journal Phycology. V. 13(2). 12. p.

Decree of the Government of the Russian Federation No. 1606 of October 15, 2025.

Egorov V.N., Plugatar Yu.V., Malakhova T.V., Sadogursky S.E., Moseychenko I.N. 2018. Detection of jet gas emissions in the waters near Cape Martyan. — Bulletin of GNBS. 126: 9–13. (In Russ.).

Evstigneeva I.K., Tankovskaya I.N. 2010. Macroalgae of periphyton and benthos of the Laspi Bay coast (Crimea, Black Sea). — Ecology of the Sea. 81: 40–49. (In Russ.).

Evstigneeva I.K., Evstigneev V.P., Tankovskaya I.N. 2019. Algae fouling solid substrates and a hydraulic structure in the Black Sea (Cape Martyan). — Ecology and Construction. 3: 28–35. https://doi.org/10.35688/2413-8452-2019-03-004 (In Russ.).

Evstigneeva I.K., Tankovskaya I.N. 2021. Seasonal states of phytofouling of a coastal protection hydraulic structure (Kruglaya Bay, Black Sea). — Ecosystems. 25: 49–59. https://doi.org/10.37279/2414-4738-2021-25-49-59 (In Russ.).

Evstigneeva I.K., Tankovskaya I.N. 2025. Taxonomic structure and species diversity of phytoperiphyton of the Cape Martyan Nature Park in the winter-spring period. — Ecosystems. 44: pp. 21–36. (In Russ.).

Feldmann J. 1937. Recherches sur la Végétation Marine de la Méditerranée - La Côte des Albères. — Revue Algology. 10: 1–339.

García-Gómez J.C, Guerra-García J.M, Espinosa F., Maestre M.J, Rivera-Ingraham G., Fa D., González A.R, Ruiz-Tabares A., López-Fé C.M. 2015. Artificial marine micro-reserves networks (AMMRNs): an innovative approach to conserve marine littoral biodiversity and protect endangered species. — J. Mar. Ecol. 36: 259–277. doi: org/10.1111/maec.12167.

Guiry M.D., Guiry G.M. 2026. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. Available at: http: // www.algaebase.org. [Date accessed 25.04.2026].

Hajlov K.M., Prazukin A.V., Smolev D.M, Yurchenko Yu.Yu. 2009. School of Biogeoecology. Sevastopol: ECOSI-Hydrophysics. 325 p. (In Russ.).

Ignatov E.I., Orlova M.S., Sanin A.Yu. 2014. Coastal morphosystems of Crimea. Sevastopol: ECOSI-Gidrophysics. 267 p. (In Russ.).

Ilyin I.N. 1976. On the methodology of studying fouling in the ocean. — Oceanology. 16(6): 1122–1125. (In Russ.).

Nevrova E.L. 2023. Analysis of the diversity of benthic diatoms (Bacillariophyta) in the area of the protected area of Cape Sarych and other waters of Crimea (Black Sea). Ecosystem Transformation. 6(5): 43–64. https://doi.org/10.23859/estr-220927 (In Russ.).

Reimers N.F. 1994. Ecology (theory, laws, rules, principles and hypotheses). Moscow: Publishing house of the magazine "Young Russia". 367 p. (In Russ.).

Red Data Book of the city of Sevastopol. 2018. Kaliningrad, Sevastopol. 432 p. (In Russ.).

Red Data Book of the Republic of Crimea. Plants, algae and fungi. 2025. Kaliningrad: Poligrafych. 480 p. (In Russ.).

Red Data Book of Ukraine. Flora. 2009. Kyiv: Globalconsulting. 912 p. (In Ukr.).

Semkin B.I., Klochkova N.G., Gusarova I.S., Gorshkov M.V. 2010. Discreteness and continuity of algal macrophyte floras of the Russian Far Eastern seas III. Taxonomic spectra. — Izvestiya TINRO. 163: 217–227. (In Russ.).

Tlyavlina G.V., Tlyavlin R.M., Yaroslavtsev N.A. 2014. Problems and prospects of construction of coastal protection structures and recreational beaches on the Black Sea coast of Crimea. — Hydraulic engineering. 3: 28–29. (In Russ.).

Zinova A.D. 1967. Guide for identification of green, brown and red algae of the southern seas of the USSR. Moscow, Leningrad: Nauka. 397 p. (In Russ.).