

УДК 598.1:591.53 (477.75)

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ФЛОРЫ CYANOBACTERIOPHYTA МОРСКОЙ КАМЕНИСТОЙ СУПРАЛИТОРАЛИ ГУРЗУФА (КРЫМ, ЧЁРНОЕ МОРЕ)

Светлана Александровна Садогурская, Сергей Ефимович Садогурский,  
Татьяна Викторовна Белич

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр  
298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт. Никита, спуск Никитский, 52  
E-mail: sadogurska@yandex.ru

В результате гидрботанического исследования, выполненного на стационарном мониторинговом участке в районе выпуска в море аварийного коллектора очистных сооружений пгт Гурзуф (Южный берег Крыма – ЮБК), установлено, что флору каменистой супралиторали в его границах формируют Cyanobacteriophyta; макрофиты не зарегистрированы. В общей сложности в течение года зарегистрировано 17 видов, относящихся к 12 родам, 7 семействам, 5 порядкам. Минимум видового разнообразия отмечен весной (5 видов), в остальные сезоны года значения показателя выше и достаточно стабильны (8-9 видов). В целом во флоре наиболее широко представлены морские бентосные космополиты с увеличением доли тепловодных видов в отдельные сезоны года. Сходство состава и структуры флоры на уровне высоких таксономических рангов, её обобщённых биоэкологических характеристик, а также динамики основных показателей в границах обследованного участка с соответствующими данными, полученными для флор других районов ЮБК, обусловлено специфическими свойствами самого биотопа, расположенного в критической части контактной зоны «суша – море», где обитают организмы, наиболее толерантные к экстремальным условиям природной среды. В то же время скудный набор таксонов в рангах от вида до семейства включительно и низкое значение показателя родового коэффициента (1,42), очевидно определены хроническим локальным эвтрофированием антропогенного происхождения, уровень которого экстремален даже для многих цианобактерий. Это угроза биоразнообразию и устойчивому развитию рекреационно-туристической сферы ЮБК. Уменьшение объёма сточных вод, поступающих в море, маловероятно, поэтому решить проблему в регионе возможно лишь повышением качества их очистки.

**Ключевые слова:** *Черное море; Крымский полуостров; микрофитобентос; Cyanobacteriophyta; видовой состав; эколого-биологические характеристики*

### Введение

Южный берег Крыма (ЮБК) представляет собой обособленную физико-географическую область, расположенную на крайнем юге Крымского полуострова между Главной горной грядой и Черным морем и выделяющуюся наиболее высоким уровнем биологического разнообразия в регионе (Ена, 1983). Последнее в полной мере относится и к прибрежно-морской акватории, образующей одноимённый гидрботанический район Чёрного моря, в котором макро- и микроальгофлора наиболее богаты и своеобразны (Калугина-Гутник, 1975; Садогурская, 2005; Sadogurskiy et al., 2019). В гидрботаническом отношении наиболее изучены отдельные акватории, входящие в состав аквальных и территориально-аквальных особо охраняемых природных территорий (ООПТ), в первую очередь природных заповедников, где многолетние мониторинговые исследования ведутся стационарно. К числу таковых относится и ООПТ «Мыс Мартыан» (с 1973 г. – государственный природный заповедник, с 2016 г. по н.в. – природный парк регионального значения). Среди прочего для его прибрежно-морской акватории детально охарактеризованы состав, пространственная структура и динамика флоры синезелёных водорослей, или цианобактерий (Cyanobacteriophyta), которые массово развиваются на твёрдом субстрате в зоне супралиторали – биотопе, расположенном выше уровня ветрового нагона и лишь увлажняемом брызгами прибоя, подверженном высокой инсоляции,

значительным сезонным и суточным градиентам температуры, совокупному влиянию солёной и пресной воды (Садогурская, 2005; Садогурская и др., 2016). Вместе с тем ЮБК является одним из ключевых центров рекреации и туризма в регионе, а потому уровень антропогенной трансформации его отдельных участков максимален (Современные ландшафты ..., 2009; Современное состояние..., 2015). Так ООПТ «Мыс Мартьян» с обеих сторон окружён рекреационными и урбанизированными участками береговой зоны, близкими в геоморфологическом и гидрологическом отношении, но отличающимися высокими уровнями трансформации и эвтрофирования. При этом степень их гидробиотической изученности существенно ниже. В полной мере это относится к популярному южнобережному рекреационно-туристическому кластеру пгт Гурзуф, примыкающему к ООПТ «Мыс Мартьян» с востока, в результате чего устойчивое вдольбереговое течение перемещает морскую воду из его акватории к м. Мартьян. Это обуславливает тесную взаимосвязь трансформированного и заповедного территориально-аквальных комплексов и определяет актуальность их параллельного изучения с использованием одинаковых подходов и методов. К настоящему времени эта задача в значительной мере реализована в отношении макрофитобентоса (Белич и др., 2025; Sadogurskiy et al., 2023).

Цель настоящей публикации – охарактеризовать состав, структуру и сезонную динамику флоры Cyanobacteriophyta морской каменистой супралиторали в границах пгт Гурзуф для выявления сходства и специфики береговой зоны рекреационно-туристического кластера в сравнении с примыкающим ООПТ «Мыс Мартьян», а также для уточнения общих представлений о фиторазнообразии супралиторального биотопа ЮБК.

#### **Объекты и методы исследования**

Исследование выполнено в границах пгт Гурзуф, расположенного в центральной части ЮБК (рис. 1). Вдольбереговое течение в районе в большинстве случаев движется в юго-западном направлении обычно со скоростью до 10 см/с, но при сопутствующем ветре в 5% случаев скорость превышает 30 см/с (Белокопытов и др., 2003). Наиболее высока повторяемость штормового волнения с восточного и юго-восточного направлений (Гидрометеорология..., 1991; Горячкин, Репетин, 2009). Колебания уровня моря любой природы, включая стонно-нагонные, незначительны и маскируются прибойно-волновой активностью (Гидрометеорология..., 1991). Средняя температура поверхностного слоя морской воды изменяется от 7,8 °C в феврале до 23,1 °C в августе, при этом во время апвеллингов, характерных для первой половины лета, амплитуда температурных колебаний может достигать 16-17 °C. Среднегодовые колебания солёности незначительны и составляют 17,82-18,13‰ с минимумом в летний период.

Пункт отбора проб представляет собой мониторинговый гидробиотический стационар, расположенный ниже территории канализационных очистных сооружений пгт Гурзуф и законсервированного строительства рекреационного комплекса на западной оконечности Гурзуфского амфитеатра (координаты 44°31'41.7" N, 34°16'23.8" E). Здесь в акваторию выходит выпускной коллектор, который эксплуатируется с 1973 г. и (будучи в значительной мере изношенным и фактически аварийным) оканчивается в 905 м от берега на глубине около 37 м (Грузинов и др., 2018), что определяет значительный уровень постоянного локального эвтрофирования (Белич и др., 2025; Sadogurskiy et al., 2023). Как и у мыса Мартьян, берег представляет собой оползневой склон, сложенный верхнеюрскими известняками и сцементированными брекчиями, перемежающимися со смятыми в складки темно-серыми глинистыми сланцами (Панин, 1979). Он укреплен бетонными стенами и окаймлен узким валунным пляжем, имеющим признаки просачивания грунтовых вод неизвестного происхождения.



**Рис. 1** Схема локализации района исследований и общий характер береговой зоны в пункте отбора проб (пгт Гурзуф; фото авторов)

**Fig. 1** Map showing the location of the study area and the general nature of the coastal zone at the sampling point (Gurzuf urban-type settlement; photo by the authors)

От уреза воды вплоть до глубины 5-6 м грунт дна сформирован природным глыбовым и глыбово-валунным навалом с примесью разноразмерных бетонных фрагментов (см. рис. 1).

Отбор проб микрофитобентоса выполнен на глыбовом навале и бетоне в зоне супралиторали посезонно: 23.03.2009 (далее по тексту весна), 17.08.2009 (лето), 13.10.2009 (осень), 23.12.2009 (зима). Идентификация видов и внутривидовых таксонов в ранге вида проводилась по специальным руководствам (Кондратьева, 1968; Кондратьева и др., 1984; Komárek, Anagnostidis, 1986, 1989, 1998, 2005; Komárek et al., 2014; Silva et al., 1996). Номенклатура и таксономия Cyanobacteriophyta даны в соответствии с ресурсом «AlgaeBase» (Guiry, Guiry, 2025); имена авторов таксонов – в стандартном сокращении в соответствии с рекомендациями International Plant Names Index (IPNI, 2025). Родовой коэффициент рассчитан по (Толмачёв, 1974). Эколого-биологические характеристики видов даны по (Барина и др., 2006, 2019); при определении редкости видов использованы методические подходы, изложенные в работе (Паламарь-Мордвинцева и др., 1998).

### **Результаты и их обсуждение**

Визуальные наблюдения и камеральный разбор материала показали, что в период наблюдений супралиторальный растительный покров формировали представители Cyanobacteriophyta, макроскопические водоросли в границах биотопа зарегистрированы не были. Установлено, что флора Cyanobacteriophyta включает 17 видов (табл. 1). Зарегистрированные виды относятся к 12 родам, 7 семействам и 5 порядкам.

Относительно высокой родовой и видовой насыщенностью отличаются порядки Leptolyngbyales (5 родов, 5 видов) и Chroococcales (3 рода, 5 видов), а также Nostocales (2 рода, 3 вида), хотя их представленность в различные сезоны года значительно ниже из-за смены видового состава. Оставшиеся два порядка представлены лишь одним видом каждый.

Таблица 1

Таксономический список Cyanobacteriophyta каменистой супралиторали побережья Гурзуфа  
Table 1

| Таксоны / Taxa                                                      | Количество видов, ед./%<br>Number of species, units/% |                |                 |                |                  |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------|-----------------|----------------|------------------|
|                                                                     | сезоны года / seasons of the year                     |                |                 |                | всего<br>overall |
|                                                                     | весна<br>spring                                       | лето<br>summer | осень<br>autumn | зима<br>winter |                  |
| CYANOBACTERIOPHYTA Oren, Mareš et Rippka                            | 5/100,0                                               | 8/100,0        | 9/100,0         | 8/100,0        | 17/100,0         |
| Leptolyngbyales Strunecky et Mares                                  | 1/20,0                                                | 2/25,0         | 3/33,3          | 3/37,5         | 5/41,7           |
| Leptolyngbyaceae Komárek, Kaštovský, Mareš et J.R. Johans.          | 1/20,0                                                | 2/25,0         | 3/33,3          | 3/37,5         | 5/41,7           |
| <i>Leptolyngbya</i> Anagn. et Komárek, nom. et typ. cons.           | 1/20,0                                                | 1/12,5         | 1/11,1          | 2/25,0         | 3/17,6           |
| <i>Pseudophormidium</i> (Forti) Anagn. et Komárek                   | 0                                                     | 1/12,5         | 1/11,1          | 1/12,5         | 2/11,7           |
| Chroococcales J.H. Schaffn.                                         | 0                                                     | 2/25,0         | 1/11,1          | 2/25,0         | 5/41,7           |
| Chroococcaceae Rabenh.                                              | 0                                                     | 2/25,0         | 0               | 0              | 2/11,7           |
| <i>Chroococcus</i> Nägeli                                           | 0                                                     | 1/12,5         | 0               | 0              | 1/5,9            |
| <i>Entophysalis</i> Kütz.                                           | 0                                                     | 1/12,5         | 0               | 0              | 1/5,9            |
| Microcystaceae Elenkin                                              | 0                                                     | 0              | 1/11,1          | 2/25,0         | 2/11,7           |
| <i>Aphanocapsa</i> Nägeli                                           | 0                                                     | 0              | 1/11,1          | 1/12,5         | 1/5,9            |
| <i>Gloeotheca</i> Nägeli, nom. cons.                                | 0                                                     | 0              | 0               | 1/12,5         | 1/5,9            |
| Pleurocapsaceae Geitler                                             | 0                                                     | 0              | 1/11,1          | 0              | 1/5,9            |
| <i>Pleurocapsa</i> Thuret                                           | 0                                                     | 0              | 1/11,1          | 0              | 1/5,9            |
| Chroococcidiopsidales Komárek, Kaštovský, J. Mares et J.R. Johansen | 2 / 40,0                                              | 1 / 12,5       | 2 / 22,2        | 2 / 25,0       | 4 / 33,3         |
| Gloeocapsaceae Elenkin                                              | 2/40,0                                                | 1/12,5         | 2/22,2          | 2/25,0         | 3/17,6           |
| <i>Gloeocapsa</i> Kütz. nom. cons.                                  | 1/20,0                                                | 0              | 1/11,1          | 1/12,5         | 2/11,7           |
| <i>Gloeocapsopsis</i> Geitler ex Komárek                            | 1/20,0                                                | 1/12,5         | 1/11,1          | 1/12,5         | 1/5,9            |
| Oscillatoriales J.H. Schaffn.                                       | 1/20,0                                                | 1/12,5         | 1/11,1          | 0              | 1/5,9            |
| Microcoleaceae O. Strunecky, J. R. Johans. et Komárek               | 1/20,0                                                | 1/12,5         | 1/11,1          | 0              | 1/5,9            |
| <i>Lyngbya</i> C.Agardh ex Gomont nom. et typ. cons.                | 1/20,0                                                | 1/12,5         | 1/11,1          | 0              | 1/5,9            |
| Nostocales Borzi                                                    | 1/20,0                                                | 2/25,0         | 2/22,2          | 1/12,5         | 3/17,6           |
| Rivulariaceae Bornet et Flahault                                    | 1/20,0                                                | 2/25,0         | 2/22,2          | 1/12,5         | 3/17,6           |
| <i>Dichothrix</i> Zanardini ex Bornet et Flahault                   | 0                                                     | 1/12,5         | 0               | 0              | 1/5,9            |
| <i>Calothrix</i> C.Agardh ex Bornet et Flahault                     | 1/20,0                                                | 1/12,5         | 2/22,2          | 1/12,5         | 2/11,7           |

В ранге семейства наиболее представлены Leptolyngbyaceae (2 рода, 5 видов), Rivulariaceae и Gloeocapsaceae (по 2 рода, 3 вида) Pleurocapsaceae (3 рода, 3 вида). Семейство Chroococcaceae, Microcystaceae и Pleurocapsaceae представлены двумя видами каждый, прочие семейства псевдомонотипные.

Среди родов ведущими во флоре участка являются *Leptolyngbya* (3 вида), а также *Pseudophormidium*, *Calothrix* и *Gloeocapsa*, каждый из которых представлен двумя видами, остальные роды псевдомонотипные.

В ранге порядков в весенний сезон лидируют представители Chroococcidiopsidales (40%), а в зимний – Nostocales (20%), вклад прочих порядков в течение всего года стабилен и не проявляет какой-либо тенденции.

На долю комплекса трёх ведущих семейств (Leptolyngbyaceae, Gloeocapsaceae, Rivulariaceae), представители которых отмечены во флоре участка круглый год, совокупно приходится от 62,5% летом до 75,0-80,0% в остальные сезоны года.

Сезонный вклад отдельных ведущих семейств изменяется в широких пределах: от 12,5% (*Gloeocapsaceae* летом и *Rivulariaceae* зимой) до максимальных 40% (*Gloeocapsaceae* весной); в остальных случаях значения показателя находятся в диапазоне 20,0-37,5%.

Совокупная доля комплекса трёх ведущих родов (*Leptolyngbya*, *Gloeocapsopsis* и *Calothrix*), изменяющаяся в диапазоне 37,5-60,0%, наиболее высока в зимний и весенний периоды. Их сезонный вклад по отдельности варьирует от 11,1% до 25,0%. Следует отметить, что представители ряда других родов, которые обычно входят в комплекс ведущих (здесь в первую очередь следует упомянуть *Gloeocapsa*, *Aphanocapsa*, *Pseudophormidium* и *Lyngbya*), не попали в него из-за выпадения их представителей из состава флоры в отдельные сезоны года. В целом во флоре участка две трети представленных родов являются псевдомонотипными, что определяет относительно невысокое значение родового коэффициента – 1,42.

Минимум флористического разнообразия (5 видов) отмечен весной, тогда как в остальные сезоны года значения данного показателя достаточно стабильны (8-9 видов с максимум осенью). В течение всего года регистрировались *Calothrix scopulorum*, *Gloeocapsopsis crepidinum*, а *Lyngbya drouetii*, была найдена во все сезоны кроме зимнего (табл. 2). В течение двух сезонов отмечены 5 видов, а 8 видов (что составляет почти половину флоры) – лишь в течение одного сезона.

В течение года соотношение биоэкологических характеристик во флоре *Cyanobacteriophyta* обследованного участка варьировало. По приуроченности к субстрату во флоре в целом (рис. 2а) и во все сезоны года (рис. 3а) доминируют бентосные виды с максимумом в весенне-летний период (80,0-87,5%). Весной и осенью значительный вклад формировали бентосно-почвенные (20,0-22,2%), а зимой – эпифитные (25,0%) виды (рис. 3а). По галобности во флоре в целом (рис. 2б) и во все сезоны года (рис. 3б) (при этом весной абсолютно) лидируют морские виды (60,0-100%). В летний и зимний периоды довольно значителен вклад пресноводных видов (20,0-25,0%), летом и осенью заметную роль играет комплекс солоноватоводно-морских видов (9,1-12,5%) (см. рис. 3б). Среди фитогеографических групп во флоре в целом (рис. 2с) и во все сезоны года (рис. 3с) в близких долях доминируют тепловодные виды и космополиты, роль холодноводных видов наиболее высока осенью (25,0%) (см. рис. 3с). Все индикаторы сапробности, выявленные в границах обследованного участка, принадлежат к олигосапробному комплексу, однако учитывая, что их количество крайне невелико, а зимой они вообще не представлены (см. табл. 2), проведение сапробиологического анализа флоры по таким данным не может быть сколь-нибудь информативным и вообще корректным. Раритетная фракция флоры представлена пятью видами, что составляет 29,5 % флоры участка, что является средним показателем для отдельных участков в границах биотопа.

Сравнение с результатами аналогичного исследования, выполненного на каменистой супралиторали в ООПТ «Мыс Мартьян» (Садогурская, 2005; Садогурская и др., 2020; 2023) свидетельствует, что на уровнях таксонов высоких рангов различия несущественны. У Мартьяна в течение года были зарегистрированы представители шести порядков, против пяти в Гурзуфе (представленность в ранге классов, выделение которых ныне для *Cyanobacteriophyta* пересматривается и в настоящей работе отдельно не проанализировано, с учётом более ранней систематики вообще не показывает разницы).

Значимые различия проявляются на уровнях подчинённых рангов, причем, чем ниже, тем сильнее. Так в Гурзуфе и у Мартьяна соответственно зарегистрированы 7 и 13 семейств, 12 и 24 рода, 17 и 63 вида.

Безусловно, на высокие итоговые значения показателей у Мартьяна повлиял

ежемесячный отбор проб, но даже минимальное значение месячного показателя количества видов (11 ед.) было заметно выше любых значений, полученных в Гурзуфе. И это несмотря на то, что мраморовидные известняки и бетоны благодаря своим физическим и химическим особенностям входят в число субстратов, наиболее заселяемых супралиторальными Цианобактериопхита (Садогурская, 2005; 2010; Садогурская и др., 2019). Вообще же наиболее низкие среднемесячные показатели у Мартыана были отмечены в зимний и весенний периоды – 13,7 и 15,6 ед. соответственно, а наиболее высокие летом и осенью – 23,7 и 26,3 ед. соответственно.

Таблица 2

Список видов и эколого-биологические характеристики Цианобактериопхита каменистой супралиторали побережья Гурзуфа

Table 2

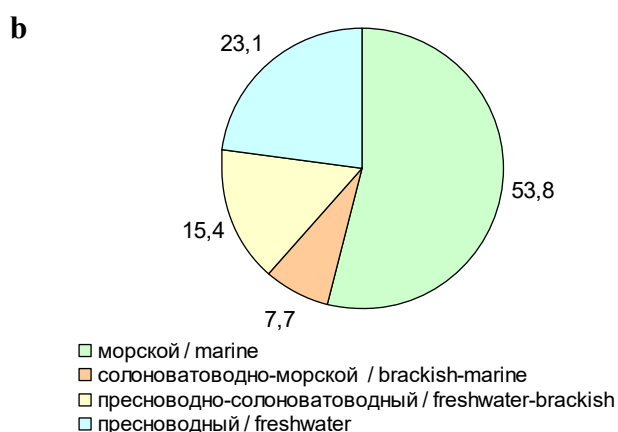
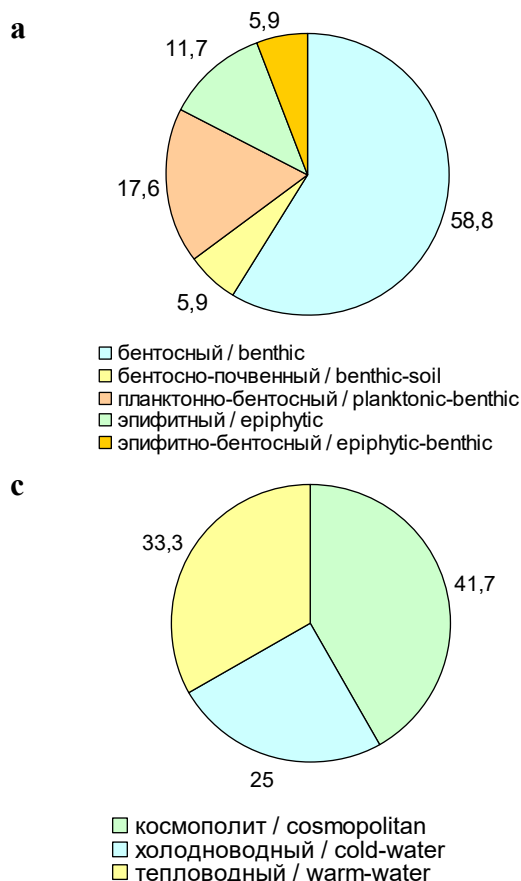
List of species and ecological and biological characteristics of Cyanobacteriophyta of the rocky supralittoral zone of the Gurzuf coast

| Виды / Species                                                     | Сезоны года<br>Seasons of the year |               |                |               | Эколого-биологические характеристики<br>Ecological and biological characteristics |                         |                                                                      |                           |
|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------|---------------|----------------|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------------|
|                                                                    | весна / spring                     | лето / summer | осень / autumn | зима / winter | приуроченность к субстрату / substrate association                                | сапробность / saprobity | фитогеографическая характеристика / phytogeographical characteristic | галолюбность / halobility |
| <i>Aphanocapsa inserta</i> (Lemmerm.) Cronberg et Komárek          |                                    |               | +              | +             | P-B                                                                               | b                       | K                                                                    | Fbw                       |
| <i>Calothrix fusca</i> Bornet et Flahault                          |                                    |               | +              |               | B                                                                                 | o                       | K                                                                    | Bm                        |
| <i>Calothrix scopulorum</i> C. Agardh ex Bornet et Flahault        | +                                  | +             | +              | +             | B                                                                                 | ?                       | Ww                                                                   | Mr                        |
| <i>Chroococcus varius</i> A. Braun in Rabenh. *                    |                                    | +             |                |               | B, S                                                                              | o-b                     | Cw                                                                   | Fw                        |
| <i>Dichothrix gypsophila</i> (Kütz.) Bornet et Flahault *          |                                    | +             |                |               | B                                                                                 | o                       |                                                                      | Fbw                       |
| <i>Entophysalis granulosa</i> Kütz *                               |                                    | +             |                |               | B                                                                                 | ?                       | K                                                                    | Mr                        |
| <i>Gloeocapsa punctata</i> Nägeli *                                | +                                  |               | +              |               | B, S                                                                              | ?                       | K                                                                    | Mr                        |
| <i>Gloeocapsa rupestris</i> Kütz.                                  |                                    |               |                | +             | Ep, B                                                                             | ?                       | ?                                                                    | ?                         |
| <i>Gloeocapsopsis crepidinum</i> (Thur.) Geitler ex Komárek        | +                                  | +             | +              | +             | B                                                                                 | ?                       | K                                                                    | Mr                        |
| <i>Gloeotheca palea</i> (Kütz.) Nägeli                             |                                    |               |                | +             | Ep                                                                                | ?                       | ?                                                                    | ?                         |
| <i>Leptolyngbya halophila</i> (Hansg. ex Gomont) Anagn. et Komárek | +                                  |               | +              |               | B                                                                                 | ?                       | ?                                                                    | ?                         |
| <i>Leptolyngbya mucicola</i> (Lemmerm.) Anagn. et Komárek          |                                    |               |                | +             | Ep                                                                                | ?                       | ?                                                                    | ?                         |
| <i>Leptolyngbya rivulariarum</i> (Gomont) Anagn. et Komárek        |                                    | +             |                | +             | B                                                                                 | ?                       | Ww                                                                   | Fw                        |
| <i>Lyngbya drouetii</i> G. De Toni *                               | +                                  | +             | +              |               | B                                                                                 | ?                       | Ww                                                                   | Mr                        |
| <i>Pleurocapsa entophysaloides</i> Setch. et N.L. Gardner          |                                    |               | +              |               | B                                                                                 | ?                       | Cw                                                                   | Mr                        |
| <i>Pseudophormidium battersii</i> (Gomont) Anagn.                  |                                    |               | +              |               | B, S                                                                              | ?                       | Cw                                                                   | Fw                        |
| <i>Pseudophormidium golenkinianum</i> (Gomont) Anagn.              |                                    | +             |                | +             | B                                                                                 | ?                       | Ww                                                                   | Mr                        |

**Примечание.** Приуроченность к субстрату: B – бентосный; B, S – бентосно-почвенный; P-B – планктонно-бентосный; Ep, B – эпифитно-бентосный; Ep – эпифит. Сапробность: o – олигосапробионт, o-b – олиго-β-мезосапробионт, b – β-мезосапробионт. Галолюбность: Mr – морской, Bm – солоноватоводно-морской, Fbw – пресноводно-солоноватоводный, Fw – пресноводный. Фитогеографическая характеристика: Cw – холодноводный, Ww – тепловодный, K – космополит. ? – нет данных, \* – редкий вид.

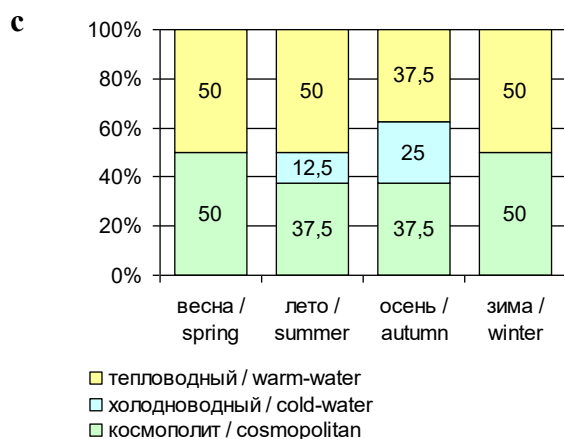
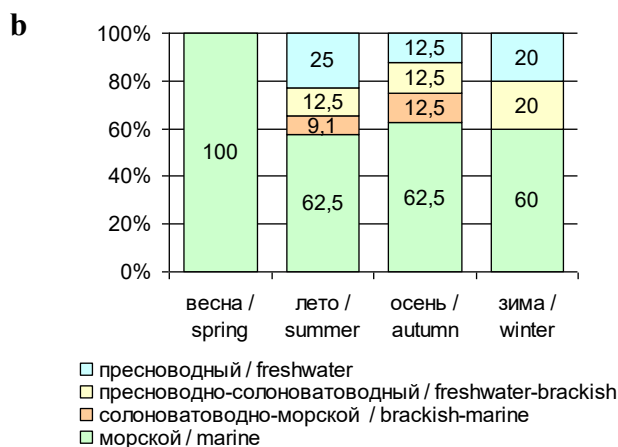
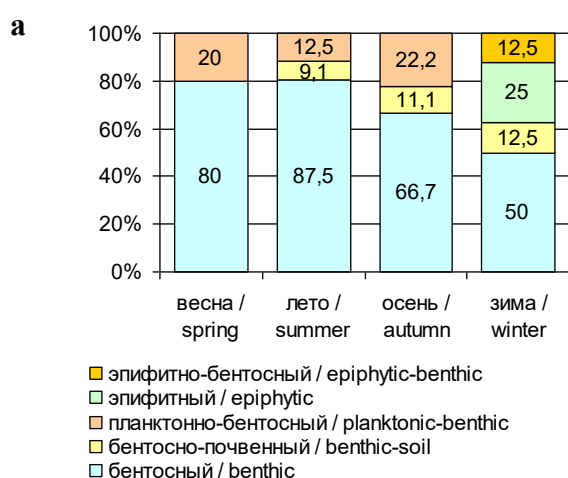
**Note.** Substrate association: B – benthic; B, S – benthic-soil; P-B – planktonic-benthic; Ep, B – epiphytic-benthic; Ep – epiphytic. Saprobitity: o – oligosaprobiont, o-b – oligo-β-mesosaprobiont, b – β-mesosaprobiont. Halobility: Mr – marine, Bm – brackish-marine, Fbw – freshwater-brackish, Fw – freshwater. Phytogeographical characteristic: Cw – cold-water, Ww – warm-water, K – cosmopolitan. ? – no data, \* – rare species.

Иными словами, при существенной разнице в абсолютных значениях показателя динамика, демонстрирующая их снижение в холодный период, проявляет определённое сходство.



**Рис. 2** Общая эколого-биологическая характеристика флоры Cyanobacteriophyta каменной супралиторали побережья Гурзуфа: а – приуроченность к субстрату, б – галобность, с – фитогеографическая характеристика

**Fig. 2** General ecological and biological characteristics of the Cyanobacteriophyta flora of the rocky supralittoral zone of the Gurzuf coast: а – substrate association, б – halobility, с – phytogeographical characteristic



**Рис. 3** Сезонная динамика эколого-биологических характеристик флоры Cyanobacteriophyta каменной супралиторали побережья Гурзуфа: а – приуроченность к субстрату, б – галобность, с – фитогеографическая характеристика

**Fig. 3** Seasonal dynamics of ecological and biological characteristics of Cyanobacteriophyta flora in the rocky supralittoral zone of the Gurzuf coast: а – substrate association, б – halobility, с – phytogeographical characteristic

За исключением анализа сапробиологического состава (который, как уже было отмечено, выполнить невозможно), по прочим биоэкологическим характеристикам, которые оцениваются по долевым участию отдельных индикаторных групп организмов, супралиторальная флора Cyanobacteriophyta акватории Гурзуфа также не обнаруживает принципиальных различий с параметрами, установленными ранее для ООПТ «Мыс Мартьян», ЮБК и Крымского полуострова в целом. Сходство состава и структуры флоры на уровне высоких рангов, её обобщённых биоэкологических характеристик, а также динамики основных показателей флоры обследованного участка с соответствующими показателями, полученными для флор других районов, обусловлено специфическими свойствами самого биотопа, расположенного в самой критической части контактной зоны «суша – море». Эти свойства определяют развитие здесь организмов, наиболее толерантных к максимальным градиентам ключевых природных факторов среды. В то же время скудный набор таксонов в рангах от вида до семейства включительно и соответственно низкое значение показателя РК, по нашему мнению, определены хроническим локальным эвтрофированием антропогенного происхождения, уровень которого экстремален даже для многих видов цианобактерий. Косвенно такой вывод подтверждают принципиально схожие результаты изучения макрофитобентоса в границах обследованного нами участка (Белич и др., 2025; Sadogurskiy et al., 2023). Ситуация вызывает беспокойство в аспекте двух проблем: в связи с необходимостью обеспечения надлежащих санитарных показателей морской воды в прибрежной акватории рекреационно-туристического кластера Гурзуфа (и региона в целом), и в связи с сохранением природного биоразнообразия прилегающей ООПТ «Мыс Мартьян» (и региона в целом). Первоочередным шагом для их решения должны стать снижение объемов и/или качественная очистка сточных вод. Это может быть достигнуто либо уменьшением нагрузки на изношенную инфраструктуру (что маловероятно), либо её текущим ремонтом (что даст положительный, но краткосрочный эффект), либо формированием новой инфраструктуры, основанной на современных технологиях, учитывающих динамику численности постоянного населения и сезонных рекреантов (что обеспечит долгосрочный положительный эффект).

### Выводы

В результате гидробиотанического исследования, выполненного на стационарном мониторинговом участке в районе выпуска в море аварийного коллектора очистных сооружений пгт Гурзуф, установлено, что флору каменистой супралиторали в его границах формируют Cyanobacteriophyta. В общей сложности в течение года зарегистрировано 17 видов, относящихся к 12 родам, семи семействам и пяти порядкам; раритетная фракция составляет около 30% флоры. Минимум видового разнообразия отмечен весной, в остальные сезоны года значения показателя выше и достаточно стабильны. В целом во флоре наиболее широко представлены морские бентосные космополиты с увеличением доли тепловодных видов в отдельные сезоны года. Сходство состава и структуры флоры на уровне высоких рангов, её обобщённых биоэкологических характеристик, а также динамики основных показателей в границах обследованного участка с соответствующими данными, полученными для флор других районов, обусловлено специфическими свойствами самого биотопа, расположенного в критической части контактной зоны «суша – море», где обитают организмы, наиболее толерантные к экстремальным условиям природной среды. В то же время скудный набор таксонов в рангах от вида до семейства включительно и низкое значение показателя родового коэффициента, очевидно, определены хроническим локальным эвтрофированием антропогенного происхождения, уровень которого экстремален даже

для многих видов цианобактерий. Это угроза биоразнообразию и устойчивому развитию рекреационно-туристической сферы ЮБК. Уменьшение объёма сточных вод, поступающих в море, маловероятно, поэтому решить проблему в регионе возможно лишь путём повышения качества их очистки.

### Список литературы / References

*Барينو́ва С.С., Белоус Е.П., Царенко П.М.* Альгоиндикация водных объектов Украины: методы и перспективы. Хайфа, Киев: University of Haifa Publisher, 2019. 367 с.

[*Barinova S.S., Belous E.P., Tsarenko P.M.* Algal indication of water bodies in Ukraine methods and prospects. Haifa, Kiev: University of Haifa Publisher, 2019. 367 p.]

*Барино́ва С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В.* Биоразнообразие водорослей – индикаторов окружающей среды. Тель-Авив: Pilies Studio, 2006. 498 с.

[*Barinova S.S., Medvedeva L.A., Anisimova O.V.* Bioraznoobraziye vodorosley-indikatorov okruzhayushchey sredy. Tel-Aviv: Pilies Studio, 2006. 498 c.]

*Белич Т.В., Садогурский С.Е., Садогурская С.А.* Многолетние изменения состава и структуры псевдोलиторального макрофитобентоса в условиях интенсивного эвтрофирования у Южного берега Крыма (Черное море) // Трансформация экосистем. 2025. Т. 8, № 1. С. 123-144. <https://doi.org/10.23859/estr-230802>.

[*Belich T.V., Sadogurskiy S.Ye., Sadogurskaya S.A.* Long-term changes in the composition and structure of the pseudolittoral macrophytobenthos in the intense eutrophication environment of the Southern Coast of Crimea (Black Sea) // Ecosystem Transformation. 2025. 8 (1): 123-144.]

*Белокопытов В.Н., Саркисов А.А., Щуров С.В.* Течения прибрежной зоны на участке Крымского полуострова от мыса Сарыч до поселка Качивели // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. 2003. № 8. С. 64-68.

[*Belokopytov V.N., Sarkisov A.A., Shchurov S.V.* Currents of the coastal zone in the area of the Crimean Peninsula from Cape Sarych to the village of Katsiveli // Ecological Safety of Coastal and Shelf Zones and Comprehensive Use of Shelf Resource. 2003. 8: 64-68.]

*Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР.* Т. IV. Чёрное море. Вып. 1. Гидрометеорологические условия / Ред. А.И. Симонов, Э.Н. Альтман. СПб.: Гидрометеоиздат, 1991. 426 с.

[*Hydrometeorology and Hydrochemistry of the Seas of the USSR.* Vol. IV. Black Sea. Iss. 1 / A.I. Simonov, E.N. Altman (Eds.). Sanct-Peterburg: Gidrometeoizdat, 1991. 426 p.]

*Горячкин Ю.Н., Репетин Л.Н.* Штормовой ветро-волновой режим у черноморского побережья Крыма // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. 2009. № 19. С. 56-69.

[*Goryachkin Yu.N., Repetin L.N.* Storm wind-wave regime near the Black Sea coast of Crimea // Ecological Safety of Coastal and Shelf Zones and Comprehensive Use of Shelf Resource. 2009. 19: 56-69.]

*Грузинов В.М., Дьяков Н.Н., Мезенцева И.В., Мальченко Ю.А., Жохова Н.В.* Проблемы состояния морской окружающей среды Крымского полуострова // Труды Государственного Океанографического Института. 2018. № 219. С. 124-151.

[*Gruzinov V.M., Dyakov N.N., Mezenceva I.V., Malchenko Yu.A., Zhohova N.V.* Problems of the state of the marine environment of the Crimean Peninsula // Proceedings of State Oceanographic institute. 2018. 219: 124-151.]

*Ена В.Г.* Заповедные ландшафты Крыма. Симферополь: Таврия, 1983. 108 с.

[*Ena V.G.* Protected landscapes of Crimea. Simferopol': Tavriya, 1983. 108 p.]

*Калугина-Гутник А.А.* Фитобентос Чёрного моря. Киев: Наукова думка, 1975. 248 с.

[*Kalugina-Gutnik A.A.* Phytobenthos of the Black Sea. Kiev: Naukova Dumka, 1975. 248 p.]

*Кондратьева Н.В.* Визначник прісноводних водоростей Української РСР. Т. 1: Синьозелені водорості – Cyanophyta. Ч. 2: Клас гормогонієві – Hormogoniophyceae. Київ: Наукова думка, 1968. 525 с.

[*Kondratyeva N.V.* Source of freshwater algae of the Ukrainian RSR. 1: Blue-green algae – Cyanophyta. Part 2: Hormogonium class – Hormogoniophyceae. Kyiv: Naukova Dumka, 1968. 525 p.]

*Кондратьева Н.В., Коваленко О.В., Приходькова Л.П.* Визначник прісноводних водоростей Української РСР. Т. 1: Синьозелені водорості – Cyanophyta. Ч. 1: Загальна характеристика синьозелених водоростей Cyanophyta. Клас Хроококкові – Chroococcophyceae. Клас хамесифонові – Chamaesiphonophyceae. Київ: Наукова думка, 1984. 388 с.

[*Kondratyeva N.V., Kovalenko O.V., Prihodkova L.P.* Source of freshwater algae of the Ukrainian RSR. 1: Blue-green algae – Cyanophyta. Part 1: General characteristics of blue-green algae Cyanophyta. Class Chroococcus – Chroococcophyceae. Chamaesiphon class – Chamaesiphonophyceae. Kyiv: Naukova Dumka, 1984. 388 p.]

*Паламарь-Мордвинцева Г.М., Царенко П.М., Вассер С.П.* К вопросу о составлении «Красных списков» водорослей Украины // Альгология. 1998. Т. 8, № 4. С. 341-350.

[*Palamar-Mordvintseva G.M., Tsarenko P.M., Wasser S.P.* On the question of the compilation of the “red lists” of algae of the Ukraine // Algology. 1998. 8 (4): 341-350.]

*Панин А.Г.* Ландшафтная структура территории заповедника «Мыс Мартыан» на Южном берегу Крыма // Физическая география и геоморфология. 1979. № 22. С. 75-78.

[*Panin A.G.* Landscape structure of the territory of the “Cape Martyan” nature reserve on the southern coast of Crimea // Physical Geography and Geomorphology. 1979. 22: 75-78.]

*Садогурская С.А.* Cyanophyta морской каменистой супралиторали Крыма: Дис... канд. биол. наук: 03.00.05 – ботаника / ГНБС. Ялта. 2005. 395 с.

[*Sadogurskaya S.A.* Cyanophyta of sea stony supralittoral of Crimea: Diss... Cand. Biol. Sci.: 03.00.05 – Botany. SNBG. Yalta. 2005. 395 p.]

*Садогурская С.А.* Влияние свойств каменистого субстрата на распределение Cyanophyta супралиторальной зоны моря // Черноморський ботанічний журнал. 2010. Т. 6, № 2. С. 265-275.

[*Sadogurskaya S.A.* Influence of rocky substrate properties on distribution of Cyanophyta in the supralittoral zone of the sea // Chornomorski Botanical Journal. 2010. 6 (2): 265-275.]

*Садогурская С.А., Белич Т.В., Садогурский С.Е.* Альгофлора морской супралиторали Крыма // Цианопрокариоты (цианобактерии): систематика, экология, распространение: Материалы докладов I Международной научной школы-конференции (5-9 сентября 2016 г., г. Апатиты). Апатиты, 2016. С. 111-113.

[*Sadogurskaya S.A., Belich T.V., Sadogursky S.E.* Algal flora of the marine supralittoral of Crimea. Cyanoprokaryotes (cyanobacteria): systematics, ecology, distribution: Proceedings of the I International Scientific School-Conference (September 5-9, 2016, Apatity). Apatity, 2016. P. 111-113.]

*Садогурская С.А., Белич Т.В., Садогурский С.Е.* Цианобактерия эпилитона супралиторали морских берегов Крымского полуострова. Цианопрокариоты // цианобактерии: систематика, экология, распространение: Материалы докладов II Международной научной школы-конференции (16-21 сентября 2019 г., г. Сыктывкар). Сыктывкар: ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, 2019. С. 49-54.

[*Sadogurskaya S.A., Belich T.V., Sadogursky S.E.* Cyanobacteria of the epilithon of the supralittoral sea coast of the Crimean Peninsula. Cyanoprokaryotes / cyanobacteria:

systematics, ecology, distribution: Proceedings of the II International Scientific School-Conference (September 16-21, 2019, Syktyvkar). Syktyvkar: IB FRC Komi Scientific Center of the Ural Branch of the RAS, 2019. P. 49-54.]

*Садогурская С.А., Белич Т.В., Садогурский С.Е.* Видовой состав Cyanobacteria морской каменистой супралиторали заповедника «Мыс Мартьян» (Чёрное море) // Экосистемы. 2020. Вып. 22. С. 29-38. DOI:<https://doi.org/10.37279/2414-4738-2020-22-29-38>

[*Sadogurskaya S.A., Belich T.V., Sadogurskiy S.E.* Species composition of Cyanobacteria from marine rocky supralittoral in the Nature Reserve “Cape Martyan” (Black Sea) // Ecosystems. 2020. 22: 29-38.]

*Садогурская С.А., Белич Т.В., Садогурский С.Е.* К изучению весеннего микрофитобентоса черноморской каменистой супралиторали на мысе Мартьян // Научные записки природного заповедника «Мыс Мартьян». 2023. Вып. 14. С. 247-252. <https://doi.org/10.25684/2513-3019-2023-14-247-252>

[*Sadogurskaya S.A., Belich T.V., Sadogurskiy S.E.* To the study of the spring microphytobenthos rocky supralittoral of the Black Sea on the Cape Martyan // Scientific Notes of the “Cape Martyan” Nature Reserve. 2023. 14: 247-252.]

*Современное состояние береговой зоны Крыма* / Под ред. Ю.Н. Горячкина. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2015. 252 с.

[*Current State of a Coastal Zone of the Crimea* / Yu.N. Goryachkin (Ed.). Sevastopol: EKOSI-Gidrofizika, 2015. 252 p.]

*Современные ландшафты Крыма и сопредельных акваторий* / Под ред. Е.А. Позаченюк. Симферополь: Бизнес-Информ, 2009. 672 с.

[*Modern landscapes of the Crimea and adjacent waters* / E.A. Pozachenyuk (Ed.). Simferopol': Business-Inform, 2009. 672 p.]

*Толмачев А.И.* Введение в географию растений. Ленинград: ЛГУ, 1974. 244 с.

[*Tolmachev A.I.* Introduction to plant geography. Leningrad: LSU, 1974. 244 p.]

*Guiry M.D., Guiry G.M.* AlgaeBase. [World-wide electronic publication]. National University of Ireland, Galway. 2025. [Electronic resource]. URL: <http://www.algaebase.org> [accessed 11.08.2025].

*IPNI.* International Plant Names Index. 2025. [Electronic resource]. URL: <http://www.ipni.org> [accessed 11.08.2025].

*Komárek J., Anagnostidis K.* Modern approach to the classification system of cyanophytes. 2: Chroococcales. Archiv für Hydrobiologie. Suppl. 73, Hf. 2. // Algological Studies. 1986. 43: 157-226.

*Komárek J., Anagnostidis K.* Modern approach to the classification system of cyanophytes. 4: Nostocales. Archiv für Hydrobiologie. Suppl. 82, Hf. 3. // Algological Studies. 1989. 56: 247-345.

*Komárek J., Anagnostidis K.* Cyanoprokaryota. 1. Chroococcales. Susswasserflora von Mitteleuropa. Jena – Stuttgart – Lubek – Ulm: Gustav Fisher, 1998. 548 p.

*Komárek J., Anagnostidis K.* Cyanoprokaryota. 2. Oscillatoriales. Susswasserflora von Mitteleuropa. Elsevier / Spektrum, Heidelberg, 2005. 759 p.

*Komárek J., Kaštovský J., Mareš J., Johansen J.R.* Taxonomic classification of Cyanoprokaryotes (Cyanobacterial genera) 2014 using a polyphasic approach // Preslia, 2014. 86 (4): P. 295-235.

*Sadogurskiy S.E., Belich T.V., Sadogurskaya S.A.* Macrophytes of the marine water areas of the nature reserves in the Crimean Peninsula (Black Sea and Azov Sea) // International Journal on Algae. 2019. 21 (3) 253-270. <https://doi.org/10.1615/InterJAlgae.v21.i3.50>

*Sadogurskiy S.E., Belich T.V., Sadogurskaya S.A.* Macrophytobenthos of the reserved

and transformed coastal marine water areas at the South Coast of Crimea in conditions of the new biological invasion (the Black Sea) // International Journal on Algae. 2023. 25 (4): 365-382. <https://doi.org/10.1615/InterJAlgae.v25.i4.50>

*Silva P.C., Basson P.W., Moe R.L.* Catalogue of the benthic marine algae of the Indian Ocean. Berkeley – Los Angeles – London: California press, 1996. 1259 p.

*Статья поступила в редакцию: 29.08.2025 г.*

**Sadogurskaya S.A., Sadogursky S.E., Belich T.V. General characteristics and seasonal dynamics of the Cyanobacteriophyta flora of the marine rocky supralittoral zone of Gurzuf (Crimea, Black Sea) // Plant Biology and Horticulture: theory, innovation. 2025. No 4 (177). P. 66-77.**

A hydrobotanical study was conducted at a stationary monitoring site in the area where the emergency collector of the Gurzuf treatment plant discharges into the sea (Southern Coast of Crimea – SCC). It was established that the flora of the rocky supralittoral zone within its boundaries is formed by Cyanobacteriophyta; no macrophytes were recorded. A total of 17 species belonging to 12 genera, 7 families and 5 orders were recorded during the year. The minimum species diversity was observed in spring (5 species), while in the other seasons of the year the values of this indicator were higher and fairly stable (8-9 species). In general, marine benthic cosmopolitans are most widely represented in the flora, with an increase in the proportion of warm-water species in certain seasons of the year. The supralittoral biotope is located in the critical part of the ‘land-sea’ contact zone, which is inhabited by organisms that are most tolerant to extreme environmental conditions. This explains the similarity in the composition and structure of the flora at high taxonomic ranks, its generalised bioecological characteristics, and the dynamics of key indicators within the boundaries of the surveyed area with corresponding data obtained for the flora of other areas of the SCC. At the same time, the sparse set of taxa in the ranks from species to family inclusive and the low value of the generic coefficient (1.42) are obviously determined by chronic local eutrophication of anthropogenic origin, the level of which is extreme even for many Cyanobacteriophyta. This poses a threat to biodiversity and the sustainable development of the recreational and tourist sector in the South Coast. It is unlikely that the volume of wastewater entering the sea will be reduced, so the only way to solve the problem in the region is to improve the quality of wastewater treatment.

**Key words:** *Black Sea; Crimean Peninsula; microphytobenthos; species composition; ecological and biological characteristics*