

**УДК 582.271/275:502.7(262.5)**

**ФЛОРИСТИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА  
МАКРОФИТОБЕНТОСА ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ  
«ПРИБРЕЖНЫЙ АКВАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС У МЫСА САРЫЧ» (ЧЕРНОЕ  
МОРЕ) В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

*Евстигнеева И. К., Танковская И. Н.*

*ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН»,  
Севастополь, Россия  
E-mail: ikevstigneeva@gmail.com*

Исследованы флористический состав, таксономическая структура макрофитобентоса и их пространственно-временная изменчивость в акватории памятника природы «Прибрежный аквальный комплекс у мыса Сарыч» в Черном море. На основе собственных, архивных и литературных данных и с учетом результатов таксономической ревизии составлен список из 104 видов 64 родов, 36 семейств, 21 порядка, 5 классов отделов Chlorophyta, Ochrophyta и Rhodophyta. Определен уровень таксономического разнообразия бентосной флоры и качественный состав охраняемых видов на современном этапе. С учетом показателя встречаемости видов выявлены доминирующие группы постоянства и фитоценотической активности. Установлены константные и лабильные во времени (внутригодовая и межгодовая изменчивость) и пространстве (на разных участках акватории) признаки. Показано, что флористический состав в большей мере подвержен изменениям во времени, чем в пространстве.

**Ключевые слова:** макроводоросли, флористический состав, таксономическая структура, встречаемость, изменчивость, охраняемая акватория, Крым, Черное море.

## **ВВЕДЕНИЕ**

Одной из форм особо охраняемых природных территорий (ООПТ) являются памятники природы как уникальные природные комплексы или объекты. К ним относится гидрологический памятник природы регионального значения «Прибрежный аквальный комплекс у мыса Сарыч», расположенный на юго-западе Крыма. Его основное назначение – охрана оригинальных прибрежных биоценозов и, прежде всего, сообществ, играющих важную роль в процессе самоочищения акватории. При формировании цели и задач исследований морской фитосистемы ООПТ учитывалось, что «...организация фитоценозов характеризуется их составом и структурой и представляет собой явление динамическое...» [1]. Важность таких исследований возрастает на современном этапе разработки методов инвентаризации и мониторинга на охраняемых природных территориях, принимающей за основу то, что «...уровень видового разнообразия является базовым для других исследований» [2]. Без сведений о качественных и количественных показателях биоты охраняемых акваторий процесс формирования региональных экосетей приобретает формальный

характер [3–5]. В настоящее время на основе долгосрочных наблюдений разрабатываются новые системы критериев для выделения ключевых морских участков, обосновывается важность картирования местообитаний гидробионтов, находящихся под угрозой исчезновения, выявляются основные факторы стресса для морского биоразнообразия на местном, региональном и глобальном уровнях [6–8].

ООПТ «Прибрежный аквальный комплекс у мыса Сарыч» является частью бухты Ласпи, ограничивая ее с восточной стороны. С юга и юго-запада он оконтурируется обрывистыми и крутыми клифовыми склонами, которые в крайней восточной части представлены глыбовым навалом известняка. В прибрежной зоне этот навал чередуется с участками галечникового бенча шириной 1–10 м. Подводный склон приглубый, дно ступенчатое [9]. Частые и сильные ветра обеспечивают круглогодичное воздействие волн на берег. Летом наблюдается кратковременное понижение температуры воды у берега за счет подъема глубинной воды при сгонных ветрах [10].

Бухта Ласпи длительное время рассматривалась как одна из чистых морских акваторий Севастопольского региона. Открытый тип бухты обеспечивал динамическую активность и аэрацию вод, а ее акватория в прибрежной зоне ЮБК была менее всего подвержена сбросу сточных вод. В последние годы ситуация существенно изменилась вследствие возросшего интереса к побережью бухты как к району перспективного строительства. Сейчас на склонах бухты и у мыса Сарыч возводятся многоэтажные объекты, что нередко сопровождается уничтожением краснокнижных растений, а неизбежное при строительных мероприятиях сокращение лесных площадей активизирует обвально-оползневые процессы, следствием чего является нарушение прибрежных и приморских ландшафтов [11, 12]. Развитие рекреационной инфраструктуры вызывает возрастание объемов береговых стоков. Сравнение величин гидрохимических показателей, полученных в марте 2017 г. во время рейса НИС «Профессор Водяницкий» и в 2010 и 2011 гг., показало увеличение концентрации минеральных форм азота и кремния в три раза, а органического азота – в семь [13]. В настоящее время в районе бухты Ласпи и у мыса Сарыч повышение величины биологического потребления кислорода можно наблюдать даже на значительном расстоянии от берега. По мнению исследователей, источник загрязнения – сброс стоков с канализационно-очистных сооружений поселка Форос [14].

В сложившихся условиях особо важным становится соблюдение законодательно регламентированных принципов деятельности на охраняемых природных территориях, одним из которых является проведение научных исследований и осуществление научного контроля последствий хозяйственного освоения [15]. Уже на сегодняшний день известно, что усиление антропогенной нагрузки при отсутствии системного подхода к рациональному использованию потенциала бухты Ласпи и надлежащих охранных мер привело к структурным изменениям зообентоса рыхлых грунтов [16]. Учитывая важность макрофитного звена в структуре и функционировании прибрежной экосистемы, *целью работы* стало изучение флористического состава и таксономической структуры донных фитоценозов на разных участках гидрологического памятника природы

«Прибрежный аквальный комплекс у мыса Сарыч», их внутри- и межгодовой изменчивости на современном этапе. Актуальность такого исследования обусловлена и тем, что существующие сведения о состоянии фитобиоты района мыса Сарыч были получены более полувека назад.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Отбор проб производили летом 2020 г. с применением легководолазного снаряжения и с использованием маломерных судов. На трех вертикальных гидробиотических трансектах, заложенных от границ буферной зоны памятника природы до нижней границы обитания бентосных макроводорослей, на глубинах 0,5; 1, 3, 5 и 10 м закладывали по четыре учетных рамки со стороной 25 см [17, 18]. На рисунке 1 представлена схема расположения трансект.

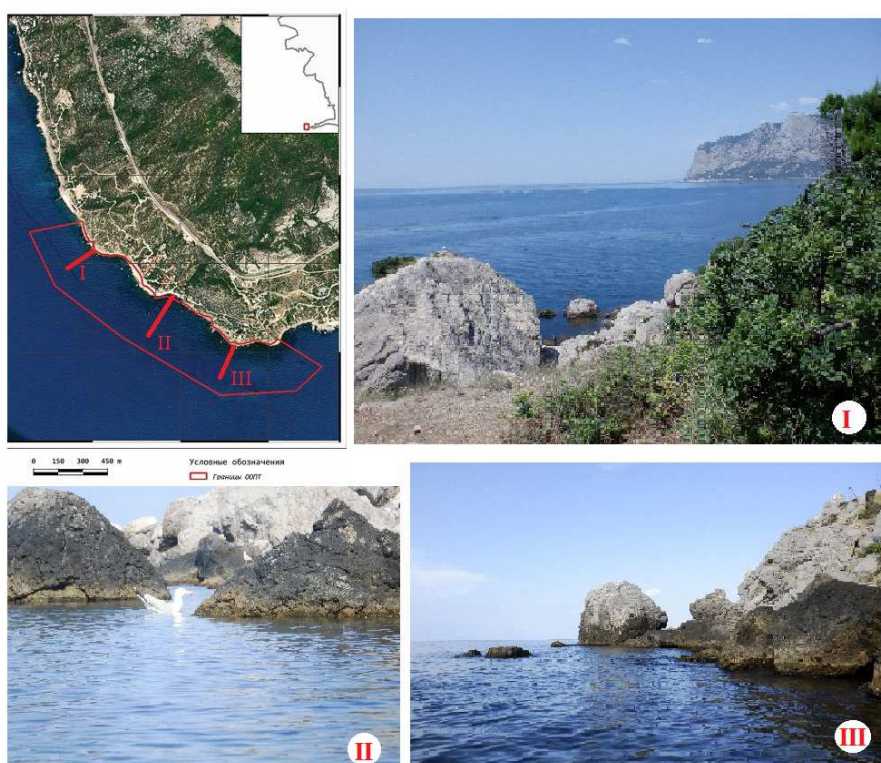


Рис. 1. Район исследования: гидробиотические трансекты и граница ПАК;  
I трансекта – северная широта  $44^{\circ}23.569'$ , восточная долгота  $033^{\circ}43.616'$ ,  
II трансекта – северная широта  $44^{\circ}23.475'$ , восточная долгота  $033^{\circ}43.839'$ ,  
III трансекта – северная широта  $44^{\circ}23.243'$ , восточная долгота  $033^{\circ}44.267'$ .

Трансекта I была заложена в районе Скалы-туннеля, трансекта II – по центру охраняемой территории, где функционирует пляж и выпуски сточных вод,

трансекта III – возле Маяка. Координаты трансект определяли при помощи GPS-приемника Oregon 650. Всего было собрано и обработано 56 количественных и 20 качественных проб. Идентификацию водорослей проводили по базовому определителю [19] с учетом современных номенклатурных изменений [20]. При описании таксономической структуры применяли сведения о пропорциях флоры [21]. Данные о видовом составе привлекали для оценки принадлежности морской флоры к конкретной географической зоне (коэффициент Фельдманна) и для определения степени эвтрофирования водной среды (индекс Ченя) [22, 23]. На основе сведений о встречаемости виды распределяли по группам постоянства (постоянные, добавочные, случайные) и фитоценотической активности (особоактивные, высокоактивные, среднеактивные, мало- и неактивные), рассчитывали индексы гомотонности ( $J_1, 2$ ) (соотношение частот видов в 5 классах разного постоянства) [24, 25]. К константному ядру флоры относили виды со 100 %-ной встречаемостью. Для сравнения флоры на трех участках охраняемой акватории и в разные периоды времени применяли коэффициент общности видового состава по Жаккару ( $K_j, \%$ ) [26]. Для выявления варибельности анализируемых характеристик сообщества вычисляли их среднее значение с доверительным интервалом и коэффициент вариации ( $C_v, \%$ ). С учетом величины  $C_v$  оценивали степень изменчивости признаков по шкале Г. Н. Зайцева (верхне- и нижненормальная, значительная, большая, очень большая, аномально высокая) [27]. Описание состава макрофитобентоса на разных участках охраняемой зоны базировалось на результатах описываемой съемки, обобщенных для всего спектра глубин. Особенности батиметрической изменчивости в данной работе не обсуждаются. Для выявления внутри- и межгодовых изменений фитобентоса в акватории мыса Сарыч воспользовались результатами исследований, проведенных авторами в периоды с марта по октябрь 2008 г. и летом 2002–2020 гг. в районе Маяка (трансекта III) на одной и той же глубине 0,5 м.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

### Общая характеристика макрофитобентоса охраняемой акватории (2020 г.)

Летом 2020 г. макрофитобентос у мыса Сарыч состоял из 77 видов 53 родов, 31 семейства, 19 порядков, 5 классов отделов Chlorophyta (Ch), Ochrophyta (Och), Rhodophyta (Rh) (табл. 1).

Таблица 1

### Видовой и таксономический состав макрофитобентоса памятника природы «Прибрежный аквальный комплекс у мыса Сарыч»

№	Таксон	1*	2	3	4
1	2	3	4	5	6
<b>CHLOROPHYTA Rchb.</b>					
Ulvophyceae Mattox et K. D. Stewart					
Cladophorales Haecckel					
Cladophoraceae Wille					

1	2	2	4	5	6
<i>Chaetomorpha</i> Kütz.					
1	<i>Chaetomorpha linum</i> (O. F. Müll.) Kütz.	+	+	+	+
2	<i>Chaetomorpha aerea</i> (Dillwyn) Kütz.	+	+	+	+
3	<i>Chaetomorpha ligustica</i> (Kütz.) Kütz. [ <i>Chaetomorpha tortuosa</i> Kütz.]			+	
<i>Cladophora</i> Kütz.					
4	<i>Cladophora laetevirens</i> (Dillwyn) Kütz.	+		+	
5	<i>Cladophora liniformis</i> Kütz.	+			
6	<i>Cladophora albida</i> (Nees) Kütz.	+	+	+	
7	<i>Cladophora sericea</i> (Huds.) Kütz.	+			
8	<i>Cladophora vadorum</i> (Aresch.) Kütz.		+		
9	<i>Cladophora vagabunda</i> (L.) Hoek		+		
<i>Rhizoclonium</i> Kütz.					
10	<i>Rhizoclonium riparium</i> (Roth) Harvey			+	
Ulvales F. F. Blackman et Tansley					
Ulvaceae J. V. Lamour. ex Dumort.					
<i>Ulva</i> L.					
11	<i>Ulva torta</i> (Mertens) Trevisan	+			
12	<i>Ulva intestinalis</i> L.	+	+	+	+
13	<i>Ulva rigida</i> C. Agardh	+	+	+	
14	<i>Ulva linza</i> L.	+	+	+	
15	<i>Ulva prolifera</i> O. F. Müller	+			
16	<i>Ulva flexuosa</i> Wulfen		+		
Ulvellaceae Schmidle					
<i>Ulvella</i> P. Crouan et H. Crouan					
17	<i>Ulvella viridis</i> (Reinke) R. Nielsen, O'Kelly et B. Wysor	+		+	
18	<i>Ulvella scutata</i> (Reinke) R. Nielsen, C. J. O'Kelly et B. Wysor	+		+	
19	<i>Ulvella lens</i> P. Crouan et H. Crouan	+			
Kornmanniaceae L. Golden et K. M. Cole					
<i>Blidingia</i> Kylin					
20	<i>Blidingia marginata</i> (J. Agardh) P. J. L. Dangeard et Bliding	+			
Bolbocoleonaceae C. J. O'Kelly et B. Rinkel					
<i>Bolbocoleon</i> Pringsheim					
21	<i>Bolbocoleon piliferum</i> Pringsheim			+	
Ulotrichales Borzi					
Ulotrichaceae Kütz.					
<i>Ulothrix</i> Kütz.					
22	<i>Ulothrix implexa</i> (Kütz.) Kütz.	+		+	
Bryopsidales J. H. Schaffner					
Bryopsidaceae Bory					
<i>Bryopsis</i> J. V. Lamour.					
23	<i>Bryopsis plumosa</i> (Huds.) C. Agardh	+		+	+

ФЛОРИСТИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ...

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
24	<i>Bryopsis hypnoides</i> J. V. Lamour.			+	
25	<i>Bryopsis cupressina</i> var. <i>adriatica</i> (J. Agardh) M. J. Wynne	+			
Codiaceae Kütz. <i>Codium</i> Stackhouse					
26	<i>Codium vermilara</i> (Olivi) Delle Chiaje	+		+	
<b>OCHROPHYTA</b> Caval.-Sm. Phaeophyceae Kjellm.					
Fucales Bory Sargassaceae Kütz. <i>Gongolaria</i> Boehmer					
27	<i>Gongolaria barbata</i> (Stackh.) Kuntze	+	+	+	+
<i>Ericaria</i> Stackhouse					
28	<i>Ericaria crinita</i> (Duby) Molinari et Guiry	+	+	+	
Dictyotales Bory Dictyotaceae J. V. Lamour. et Dumortier <i>Dictyota</i> J. V. Lamour.					
29	<i>Dictyota fasciola</i> (Roth) J. V. Lamour.	+	+	+	
30	<i>Dictyota spiralis</i> Montagne	+			
31	<i>Dictyota dichotoma</i> (Hud.) J. V. Lamour.		+	+	+
32	<i>Dictyota implexa</i> (Desfontaines) J. V. Lamour.			+	
<i>Padina</i> Adanson					
33	<i>Padina pavonica</i> (L.) Thivy	+		+	
Sphacelariales Mig. Cladostephaceae Oltm. <i>Cladostephus</i> C. Agardh					
34	<i>Cladostephus spongiosus</i> (Huds.) C. Agardh	+		+	+
Sphacelariaceae Decne. <i>Sphacelaria</i> Lyngb.					
35	<i>Sphacelaria cirrosa</i> (Roth) C. Agardh.	+		+	
<i>Sphacelorbis</i> Draisma Prud'homme et H. Kawai					
36	<i>Sphacelorbis nanus</i> (Nageli et Kütz.) Draisma, Prud'homme et H. Kawai	+		+	+
Stypocaulaceae Oltmanns <i>Halopteris</i> Kütz.					
37	<i>Halopteris scoparia</i> (L.) Sauvageau	+			
Ectocarpales Bessey Acinetosporaceae G. Hamel et Feldmann <i>Feldmannia</i> Hamel					
38	<i>Feldmannia irregularis</i> (Kütz.) Hamel	+	+	+	+
39	<i>Feldmannia paradoxa</i> (Montagne) Hamel			+	+
Ectocarpaceae C. Agardh <i>Ectocarpus</i> Lyngb.					
40	<i>Ectocarpus siliculosus</i> (Dillwyn) Lyngb.		+	+	

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
41	<i>Ectocarpus flagelliformis</i> Kütz. [ <i>Ectocarpus fasciculatus</i> Kütz.]			+	+
Chordariaceae Grev. <i>Stilophora</i> J. Agardh					
42	<i>Stilophora tenella</i> (Esper) P. C. Silva.	+		+	+
43	<i>Stilophora nodulosa</i> (C. Agardh) P. C. Silva in P. C. Silva, Basson et Moe			+	+
<i>Corynophlaea</i> Kütz.					
44	<i>Corynophlaea umbellata</i> (C. Agardh) Kütz.	+		+	+
45	<i>Corynophlaea flaccida</i> (C. Agardh) Kütz.	+		+	+
<i>Myriactula</i> Kuntze					
46	<i>Myriactula arabica</i> (Kütz.) Feldmann	+			
47	<i>Myriactula rivularia</i> (Suhr et Aresch.) Feldmann			+	
<i>Myrionema</i> Grev.					
48	<i>Myrionema balticum</i> (Reinke) Foslie	+			
<i>Desmotrichum</i> Kütz.					
49	<i>Desmotrichum tenuissimum</i> (C. Agardh) Athanasiadis	+		+	
<i>Spermatochnus</i> Kütz.					
50	<i>Spermatochnus paradoxus</i> (Roth) Kütz.	+			
<i>Eudesme</i> J. Agardh					
51	<i>Eudesme virescens</i> (Carmichael et Berkeley) J. Agardh			+	+
<i>Giraudia</i> Derbès et Solier					
52	<i>Giraudia sphacelarioides</i> Derbès et Solier			+	+
<i>Punctaria</i> Grev.					
53	<i>Punctaria latifolia</i> Grev.		+		
Sporochnales Sauvageau Sporochnaceae Grev. <i>Nereia</i> Zanard.					
54	<i>Nereia filiformis</i> (J. Agardh) Zanard.	+		+	+
Tilopteridales Bessey Cutleriaceae J. W. Griffith et A. Henfrey <i>Zanardinia</i> Nardo et Zanard.					
55	<i>Zanardinia typus</i> (Nardo) P. C. Silva			+	+
<b>RHODOPHYTA Wettst.</b> Florideophyceae Cronquist Ceramiales Nägeli Rhodomelaceae Horan. <i>Vertebrata</i> Gray					
56	<i>Vertebrata subulifera</i> (C. Agardh) Kuntze	+		+	+
57	<i>Vertebrata fucoides</i> (Huds.) Kuntze	+			
<i>Carradoriella</i> P. C. Silva					
58	<i>Carradoriella denudata</i> (Dillwyn) Savoie et G. W. Saunders	+	+	+	

ФЛОРИСТИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ...

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
59	<i>Carradoriella elongata</i> (Huds.) Savoie et G. W. Saunders	+		+	+
<i>Leptosiphonia</i> Kylin.					
60	<i>Leptosiphonia brodiei</i> (Dillwyn) Savoie et G. W. Saunders	+			
<i>Polysiphonia</i> Grev.					
61	<i>Polysiphonia opaca</i> (C. Agardh) Moris et De Notaris	+		+	
62	<i>Polysiphonia breviarticulata</i> (C. Agardh) Zanard.	+			
63	<i>Polysiphonia sanguinea</i> (C. Agardh) Zanard.	+			
<i>Laurencia</i> J. V. Lamour.					
64	<i>Laurencia coronopus</i> J. Agardh.	+	+	+	+
65	<i>Laurencia obtusa</i> (Huds.) J. V. Lamour.	+		+	+
<i>Osmundea</i> Stackhouse					
66	<i>Osmundea pinnatifida</i> (Huds.) Stackhouse	+			+
67	<i>Osmundea truncata</i> (Kütz.) K. W. Nam et Maggs			+	
<i>Palisada</i> K. W. Nam					
68	<i>Palisada perforata</i> (Bory) K. W. Nam	+	+	+	
<i>Lophosiphonia</i> Falkenberg					
69	<i>Lophosiphonia obscura</i> (C. Agardh) Falkenberg	+			+
<i>Chondria</i> C. Agardh					
70	<i>Chondria capillaris</i> (Huds.) M. J. Wynne	+		+	
71	<i>Chondria dasyphylla</i> (Woodw.) C. Agardh	+			
Ceramiaceae Dumort. <i>Ceramium</i> Roth					
72	<i>Ceramium diaphanum</i> (Lightf.) Roth	+	+	+	+
73	<i>Ceramium virgatum</i> Roth	+	+	+	+
74	<i>Ceramium ciliatum</i> (Ell.) Ducl.	+	+	+	
75	<i>Ceramium secundatum</i> Lyngb.	+	+	+	+
76	<i>Ceramium circinatum</i> (Kütz.) J. Agardh			+	
77	<i>Ceramium deslongchampsii</i> Chauvin et Duby	+		+	
<i>Antithamnion</i> Nägeli					
78	<i>Antithamnion cruciatum</i> (Agardh) Nägeli	+		+	+
<i>Pterothamnion</i> Nägeli					
79	<i>Pterothamnion plumula</i> (J. Ellis) Nägeli	+	+	+	+
Callithamniaceae Kütz. <i>Callithamnion</i> Lyngb.					
80	<i>Callithamnion corymbosum</i> (J. E. Smith.) Lyngb.	+	+	+	+
Delesseriaceae Bory <i>Dasya</i> C. Agardh					
81	<i>Dasya baillouviana</i> (S. G. Gmelin) Montagne	+	+	+	
<i>Apoglossum</i> (J. Agardh) J. Agardh					
82	<i>Apoglossum ruscifolium</i> (Turn.) J. Agardh	+	+	+	
Wrangeliaceae J. Agardh <i>Spermothamnion</i> Aresch.					
83	<i>Spermothamnion strictum</i> (C. Agardh)	+	+		



1	2	3	4	5	6
Gelidiales Kylin Gelidiaceae Kütz. <i>Gelidium</i> J. V. Lamour.					
84	<i>Gelidium crinale</i> (Hare et Turner)	+		+	
85	<i>Gelidium spinosum</i> (S. G. Gmel.) P. C. Silva	+	+	+	+
Halymeniales G. W. Saunders et Kraft Halymeniaceae Bory <i>Dermocorynus</i> P. Crouan et H. Crouan					
86	<i>Dermocorynus dichotomus</i> (J. Agardh) Gargiulo, M. Morabito et Manghisi	+	+	+	+
Corallinales P. C. Silva et H. W. Johans. Corallinaceae J. V. Lamour. <i>Ellisolandia</i> K. R. Hind et G. W. Saunders					
87	<i>Ellisolandia elongata</i> (J. Ellis et Solander) K. R. Hind et G. W. Saunders	+		+	
<i>Corallina</i> L.					
88	<i>Corallina officinalis</i> L.	+		+	+
<i>Jania</i> J. V. Lamour.					
89	<i>Jania virgata</i> (Zanard.) Montagne			+	+
90	<i>Jania rubens</i> (L.) J. V. Lamour.		+		+
<i>Hydrolithon</i> (Foslie) Foslie					
91	<i>Hydrolithon farinosum</i> (J. V. Lamour.) Penrose et Y. M. Chamb.	+	+	+	+
<i>Pneophyllum</i> Kütz.					
92	<i>Pneophyllum confervicola</i> (Kütz.) Y. M. Chamberlain			+	
93	<i>Pneophyllum fragile</i> Kütz.			+	
Hapalidiaceae J. E. Gray <i>Phymatolithon</i> Foslie					
94	<i>Phymatolithon lenormandii</i> (Aresch.) W. H. Adey		+		
Lithophyllaceae Athanasiadis <i>Lithophyllum</i> Philippi					
95	<i>Lithophyllum cystoseirae</i> (Hauck) Heydrich				+
Nemaliales F. Schmitz Nemaliaceae De Toni et Levi <i>Nemalion</i> Duby					
96	<i>Nemalion elminthoides</i> (Velley) Batters	+		+	+
Peyssonneliales Krayesky, Fredericq et J. N. Norris Peyssonneliaceae Denizot <i>Peyssonnelia</i> Decaisne					
97	<i>Peyssonnelia armorica</i> (P. Crouan et H. Crouan) Weber Bosse	+		+	+
98	<i>Peyssonnelia dubyi</i> P. Crouan et H. Crouan			+	
Acrochaetiales Feldmann Acrochaetiaceae Fritsch et W. R. Taylor					

ФЛОРИСТИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ...

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
<i>Grania</i> (Rosenvinge) Kylin					
99	<i>Grania efflorescens</i> (J. Agardh) Kylin	+			
Rhodochortonaceae (нет автора) <i>Rhodochorton</i> Nägeli					
100	<i>Rhodochorton purpurem</i> (Light.) Rosenv.	+		+	+
Gigartinales F. Schmitz					
Phyllophoraceae Willk.					
<i>Phyllophora</i> Grev.					
101	<i>Phyllophora crispa</i> (Huds.) P. S. Dixon	+	+	+	+
Rhodymeniales F. Schmitz Lomentariaceae Willkomm <i>Lomentaria</i> Lyngb.					
102	<i>Lomentaria clavellosa</i> (Turn.) Gail.	+			
Bangiophyceae Wettstein Bangiales Nägeli Bangiaceae Duby <i>Bangia</i> Lyngb.					
103	<i>Bangia atropurpurea</i> (Mertens et Roth) C. Agardh	+			
Compsopogonophyceae G. Saunders et Hommersand Erythropeltales Garbary, G. I. Hansen et Scagel Erythrotrichiaceae G. M. Smith <i>Erythrotrichia</i> Aresch.					
104	<i>Erythrotrichia carnea</i> (Dillwyn) J. Agardh	+		+	

Примечание: \* цифрами 1–4 обозначены периоды сбора проб: 1 – 2020 г., 2 – 2002–2018 гг. (глубина 0,5 м, район Маяка), 3 – 1964–1989 гг. (цит. по [28, 29], 4 – 1964 г. (глубина 0,5 м, район Маяка)

Таксономическая пропорция бентосной флоры была представлена как 1 порядок : 2 семейства : 3 рода : 4 вида. Среди водорослей были обнаружены 17 видов с охранным статусом и включенных в отечественные и международные Красные книги и списки [30–35]. Высокая доля краснокнижных видов (22 %) подтверждала природоохранную значимость гидрологического памятника. Видовое соотношение отделов (1 Ch : 1 Och : 2 Rh) свидетельствовало о количественном преимуществе красных водорослей. Оно полностью соответствовало данным о видовой насыщенности отделов, представленным в работе [36]. Значение коэффициента Фельдманна (2,3) указывало на принадлежность исследованного фитоценона тепловодной, субтропической флоре. Отметим, что бухта Ласпи, частью которой является акватория мыса Сарыч, находится на стыке континентального и субтропического климатических поясов [37]. Уровень индекса Ченя (3,3) позволил отнести среду обитания водорослей в исследованном районе к пограничной между чистой и загрязненной. Лидирующие таксоны в основном принадлежали отделам Ch и Rh и в единичных случаях – Och. В таблице 2 приведен спектр ведущих родов, семейств и порядков, объединяющих в своем составе 29, 47 и 53 % видов.

**Таблица 2**  
**Флористический спектр ведущих (по числу видов, N) надвидовых таксонов в**  
**составе макрофитобентоса «Прибрежного аквального комплекса у мыса**  
**Сарыч» (2020 г.)**

Роды	N, ед.	Ранг	Семейства	N, ед.	Ранг	Порядки	N, ед.	Ранг
<i>Ulva</i>	5	1	Rhodomelaceae	15	1	Ceramiales	24	1
<i>Cladophora</i>	4	2	Ceramiaaceae	8	2	Ulvales	9	2
<i>Ceramium</i>	4	2	Chordariaceae	7	3	Ectocarpales	8	3
<i>Dictyota</i>	3	3	Cladophoraceae	6	4	Всего видов: 41		
<i>Polysiphonia</i>	3	3	Всего видов: 36					
<i>Ulvella</i>	3	3						
Всего видов: 22								

Роды, представленные одним или двумя видами, составляли большинство (89 % от их общего числа), что свидетельствовало о таксономической «пестроте» сообщества в акватории памятника. Высоким родовым разнообразием отличались Chordariaceae, Ceramiaeae, Rhodomelaceae, Ectocarpales (38–40 % общего числа родов). К порядкам с большим содержанием семейств относились Ulvales, Sphacelariales и Ceramiales.

Показателем систематической структуры флоры являются таксономические спектры, отражающие, в частности, распределение видов по родам, семействам и порядкам [21]. Пропорции соподчиненных таксонов в фитоценозе и каждом отделе отображены в таблице 3.

**Таблица 3**  
**Пропорции таксонов и таксономические спектры отделов**

Пропорции таксонов (п:с:р:в) *	
фитоценоз	1:2:3:4
Chlorophyta	1:2:2:4
Ochrophyta	1:2:3:4
Rhodophyta	1:2:3:4
Таксономические спектры отделов (Ch; Och; Rh)	
вид / род	2,3; 1,2; 1,4
вид / семейство	2,6; 2,2; 2,6
вид / порядок	4,5; 3,6; 4,1
род / семейство	1,1; 2,2; 1,9
род / порядок	2,0;3,0; 3,0
семейство / порядок	1,7; 1,6; 1,6

*Примечание:* \* здесь и далее п – порядок, с – семейство, р – род, в – вид

У фитоценоза, Och и Rh соотношение видового и надвидовых таксонов полностью совпадало, Ch с ними объединяла только пропорция семейств и

порядков. Анализируемые соотношения демонстрировали высокую видовую насыщенность надродовых таксонов и особенно порядков. Пропорция соподчиненных таксонов у Och скорее являлась особенностью комплекса бурых водорослей, обитающих в охраняемой акватории, поскольку исследования показывают, что на большинстве участков прибрежной зоны Черного моря и даже в обрастании расположенных здесь же берегозащитных сооружений она отличалась упрощенностью (1:1:1:1) [38, 39]. Данные таблицы 3 иллюстрировали преимущество Ch и Rh по видовой насыщенности семейств и порядков, а Och и Rh – по числу родов, приходящихся на эти же таксоны. Пропорция «семейство: порядок» у отделов была одинаковой. Вместе с тем их таксономические спектры в определенной мере проявляли индивидуальность. Так, Ch характеризовался самым высоким среди отделов родовым коэффициентом (2,3) и наибольшей видовой насыщенностью порядков, низким числом родов, приходящихся на семейство и порядок. Особенностью Och стали небольшой родовой коэффициент, малое число видов в семействах и порядках, самое высокое родовое разнообразие семейств. По ряду таксономических параметров Rh занимал промежуточное положение.

**Встречаемость видов и распределение таксономического состава на разных участках памятника природы (2020 г.)**

Существенным дополнением показателей разнообразия, обилия и т. д. является встречаемость видов, применение которой призвано устранить возможную ошибочность выводов о роли различных групп водорослей в формировании биологического разнообразия [40]. Встречаемость видов на обследованных участках охраняемой акватории варьировала в широких границах (33–100 %), достигая в среднем 57 % у видов Ch, 80 % – у Och и 74 % – у Rh. В соответствии со шкалой, учитывающей уровень встречаемости [24], были выявлены виды двух категорий: постоянной и добавочной (табл. 4).

**Таблица 4**

**Пространственно-временное распределение видов между группами постоянства и фитоценотической активности (2020 г.)**

Группа видов	Пространственное распределение (трансекты)				Временное распределение	
	I	II	III	фитоценоз	месяцы	годы
постоянная	21*	19	29	70**	29*	25*
добавочная	34	47	37	30	38	39
случайная	45	34	34	–	33	36
константная	–	3	2	43	3	4
особоактивная	4	8	10	44	22	15
высокоактивная	36	29	31	26	22	24
среднеактивная	15	27	24	30	22	25
малоактивная	45	36	35	–	33	36

*Примечание:* \* – процент от числа видов на разрезе, за месяц или год; \*\* – процент от общего числа видов в фитоценозе 2020 г.

На постоянную группу приходилось 70 % видов, обнаруженных в 2020 г., среди которых 33 вида имели 100 %-ную встречаемость. В данную группу входили представители трех отделов с преобладанием Rh. Постоянные виды занимали лидирующую позицию в составе ценоза, среди Och (83 %) и Rh (73 %). У Ch обе категории были представлены равной долей. Индексы гомотонности ( $J_{1,2}$ ) свидетельствовали о том, что структура ценоза на трех участках была промежуточной между гомо- и гетеротонной.

С учетом факта встречаемости видов на трансектах они были дифференцированы на три группы фитоценотической активности в акватории памятника природы (табл. 4). Мало- и неактивные виды не были обнаружены. Особенностью фитоценоза стало превалирование видов с показателем встречаемости 75 % и более. Таких видов было много среди Och и Rh. Половина видов Ch отличалась средней активностью, в других отделах этих видов былократно меньше (рис. 2).

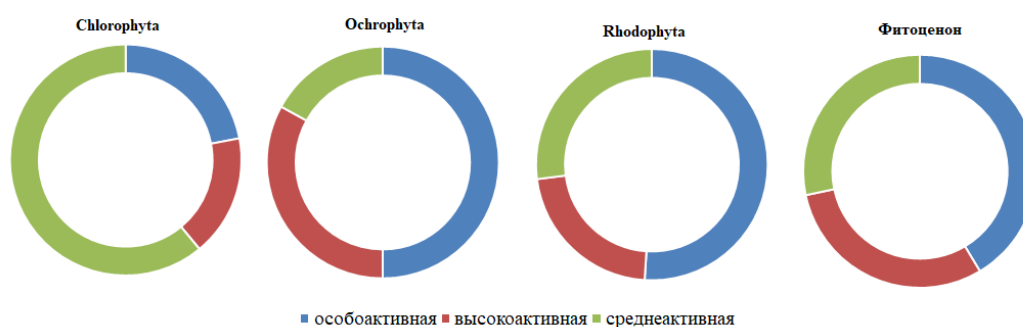


Рис. 2. Флористический состав групп видов с разной фитоценотической активностью.

Господство постоянных, особо- и высокоактивных видов, отсутствие представителей мало- и неактивной групп, большой вклад видов с максимальной встречаемостью свидетельствовали о высоком качественном сходстве и однородности фитоценоза на разных участках памятника природы. Еще одним подтверждением этого стала средняя величина коэффициента Жаккара, показавшая, что сходство касалось почти 60 % видового состава. Ранее такая же величина коэффициента была отмечена А. А. Калугиной-Гутник для водорослей в прибрежной части бухты Ласпи [28].

Сведения, представленные в таблице 5, свидетельствовали о повсеместном количественном превосходстве красных водорослей, доля участия которых достигала 47–64 % общего числа видов на трансекте.

Вторую позицию занимали бурые водоросли, третью, но с небольшим отрывом – зеленые. Господство Rh было наиболее характерно для фитобентоса трансекты I. Среднее значение коэффициента Фельдманна (Rh/Och) указывало на тепловодный характер исследованной флоры. Сапробиологический индекс Ченя (Ch+Rh/Och) свидетельствовал о том, что среда обитания макрофитов летом 2020 г. на большей

части обследованной акватории была чистой. Максимум видового разнообразия фитоценоза и входящих в его состав Och и Ch был зафиксирован на трансекте II, у Rh – на трансекте I. Количественные изменения видового состава, флористического и сапробиологического индексов происходили в пределах биологической нормы, чаще соответствуя ее нижненормальному подтипу. Ключевые надвидовые таксоны первого ранга, за единственным исключением, относились к Rh. Только в районе функционирования пляжа и выпуска канализационных стоков (трансекта II) среди таксонов с высоким видовым разнообразием были обнаружены представители зеленых водорослей (*Ulva* L., *Cladophora* Kütz.), большая часть которых обладает широкой экологической валентностью и являются индикаторами органического загрязнения водной среды [41]. Среди таксонов второго ранга встречались представители всех отделов. На первой и третьей трансектах роды второго ранга отсутствовали.

Таблица 5

Флористический состав и лидирующие таксоны I и II ранга

Сравниваемый параметр	Номер трансекты			X <sub>ср</sub> ±σ (C <sub>v</sub> , %)
	I	II	III	
Общее число видов	53	59	49	54±6 (9)
Число видов Ch	8	14	7	10±4 (39)
Число видов Och	11	17	14	14±3 (21)
Число видов Rh	34	28	28	30±4 (12)
Ch:Och:Rh	1:1:4	1:1:2	1:2:4	
Rh/Och	3,0	1,6	2,0	2±0,8 (33)
Ch+Rh/Och	3,8	2,5	2,5	2,9±0,8 (26)
Роды I ранга	<i>Ceramium</i>	<i>Ulva</i>	<i>Ceramium</i>	
Семейства I ранга	Rhodomelaceae	Rhodomelaceae	Rhodomelaceae	
Порядки I ранга	Ceramiales	Ceramiales	Ceramiales	
Роды II ранга	–	<i>Cladophora</i>	–	
Семейства II ранга	Ceramiaceae	Chordariaceae	Ceramiaceae	
Порядки II ранга	Ectocarpales	Ectocarpales	Ectocarpales	

В итоге, проведенные исследования позволили выделить комплекс общих характеристик макрофитобентоса охраняемой акватории. Так, на любом участке акватории господствуют красные водоросли, доля общих видов достаточно высокая, качественный состав надродовых таксонов I ранга и порядков 2 ранга идентичен. Макрофитобентос на трансектах I и II характеризуется одинаковым видовым соотношением Ch и Och. При сравнении фитоценозов в пределах трансект I и III выявлено примерно равное число видов Ch, среди родов 1 ранга и семейств 2 ранга встречаются одинаковые таксоны, а роды 2 ранга отсутствуют (табл. 5). Фитобентос на трансектах II и III содержит равное число видов Rh, ему характерен одинаковый индекс Ченя.

В таблице 6 приведены данные о таксономическом разнообразии и пропорциях флоры на разных участках акватории памятника.

**Таблица 6**  
**Таксономическое разнообразие и пропорции таксонов в макрофитобентосе у мыса Сарыч (2020 г.)**

Номер трансекты	Количество таксонов	Соотношение таксонов	
	п-с-р-в	п:с:р:в	в:р
Фитоценоз			
I	16-22-40-53	1:1:2:3	1,3
II	16-25-41-59	1:1:3:4	1,4
III	16-25-40-49	1:1:2:3	1,2
Chlorophyta			
I	4-4-5-8	1:1:1:2	1,6
II	3-5-6-14	1:2:2:5	2,3
III	3-4-5-7	1:1:2:2	1,4
Ochrophyta			
I	4-6-10-11	1:1:2:3	1,1
II	5-7-14-17	1:1:3:3	1,2
III	5-8-13-14	1:2:3:3	1,1
Rhodophyta			
I	8-12-25-34	1:1:3:4	1,4
II	8-13-21-28	1:2:3:3	1,3
III	8-12-22-28	1:1:3:3	1,3
Доля маловидовых родов (%)			
I	97		
II	90		
III	97		

Они еще раз показывают отсутствие существенных таксономических различий фитобентоса на разных участках охраняемой акватории. Вместе с тем, нельзя оставить без внимания тот факт, что общее число видов, видовая насыщенность соподчиненных таксонов и родовой коэффициент у Ch были больше на участке акватории, испытывающем локальный антропогенный пресс. Наличие рекреационной зоны и постоянный подток сточных вод способствуют развитию фитоценозов с массовым участием зеленых водорослей, характерных для участков со средней степенью загрязнения.

**Внутри- и межгодовая изменчивость таксономического состава макрофитобентоса охраняемой акватории**

Видовой состав и структура сообществ макрофитов подвержена сезонной и годовой смене, которая определяется комплексом гидрологических и гидрохимических условий, изменяющихся на протяжении года и ряда лет. Среди

них наиболее важными являются солнечная радиация, температурный режим и загрязненность воды [42]. В период с марта по октябрь 2008 г. на глубине 0,5 м флористический состав фитобентоса в акватории мыса Сарыч (район Маяка) был представлен 72 видами: 17 – из Ch, 16 – из Och и 39 – из Rh. Данные, иллюстрирующие особенности внутригодовой изменчивости видового состава фитоценоза и входящих в него отделов, представлены на рисунке 3.

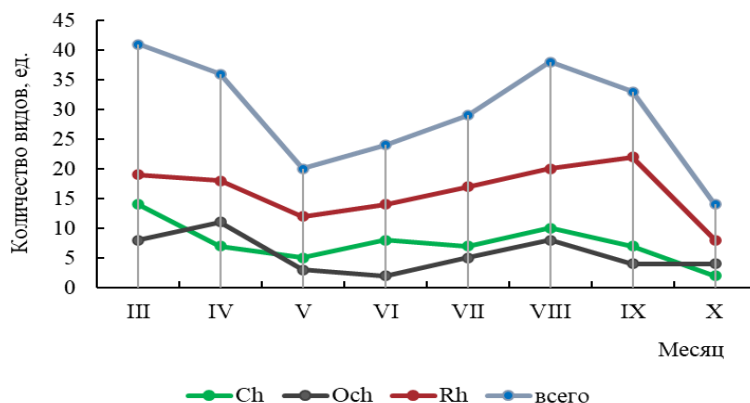


Рис. 3. Внутригодовая динамика флористического состава макрофитобентоса у мыса Сарыч (район Маяка, 2008 г.).

Выявлено ежемесячное и равное по степени доминирование Rh. Вторую и третью позицию занимали Ch и Och. Средняя встречаемость представителей трех отделов не достигала 50 %, а разнообразие видов с высоким показателем встречаемости было низким. Максимальная встречаемость была зафиксирована у двух видов (*Ceramium virgatum* Roth, *Palisada perforata* (Bory) K. W. Nam), у четырех (*Ceramium diaphanum* (Lightf.) Roth, *Ellisolandia elongata* (J. Ellis et Solander) K. R. Hind et G. W. Saunders, *Ulva rigida* C. Agardh, *Chaetomorpha aerea* (Dillwyn) Kütz.) она была близка к максимуму. С марта по октябрь подавляющее большинство видов относилось к добавочной и случайной группам. Видов добавочной категории особенно много было среди Ch и Och, а система постоянства видового состава Rh отличалась примерно равным вкладом всех трех групп. Среди групп фитоценотической активности доминировала малоактивная, а ее совокупная доля со среднеактивной (55 %) была выше аналогичной у особо- и высокоактивных видов. Вполне понятно, что высокое разнообразие видов с низким и средним уровнем встречаемости является основой для сохранения и поддержания во времени фиторазнообразия локальных донных сообществ. Крайние значения абсолютного числа видов отличались в 3–7 раз. Максимум этого показателя приходился на весенние месяцы (март и апрель) (рис. 3). В марте еще нет заметного повышения температуры воды, но идет активное прорастание спор. В апреле вода прогревается до +15 °С, что сопровождается бурным ростом макрофитов. Второй пик проявлялся в августе и сентябре. Минимум числа видов в фитоценозе чаще приходился на



октябрь. Внутригодовая неоднородность видового состава связана как с онтогенетическими особенностями видов, так и с сезонным распределением значений абиотических факторов среды. Полученные данные отражали закономерности внутригодового распределения видового состава макроводорослей в Черном море по биологическим сезонам: весна – с февраля по май и лето – с июня по сентябрь [43]. Эти сезоны соответствуют внутригодовому изменению солнечной радиации и продолжительности дня. Весной наличие отдельных растений сезонно-зимних видов сочетается во времени с началом массового развития однолетних и сезонно-летних форм [18]. Внутригодовая динамика видового состава бентосных водорослей в акватории охраняемого объекта по степени проявления относилась к значительной и верхненормальной по шкале Г. Н. Зайцева. Величина коэффициента Фельдманна с марта по август оставалась примерно на одном уровне, после чего она возрастала. Значения индекса Ченя больше подвергались помесечным изменениям, имея при этом колебательный характер (рис. 4). Значительную часть времени они соответствовали среде со средней степенью загрязнения, а в июне и сентябре даже высокой.

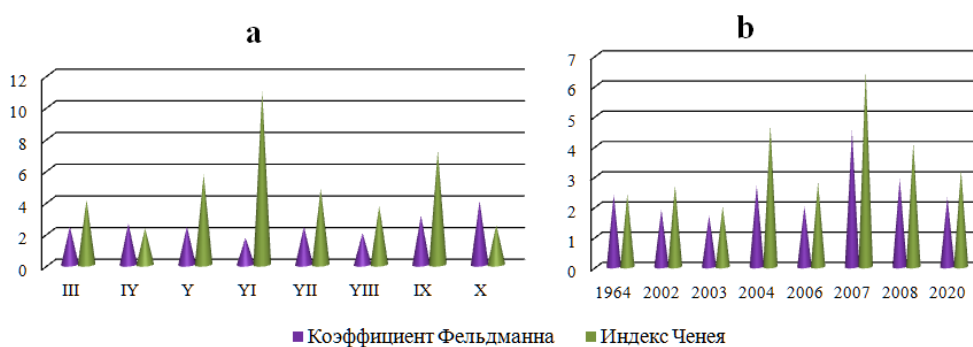


Рис. 4. Меж- (а) и внутригодовая (б) динамика значений коэффициента Фельдманна и индекса Ченя.

О качественной неоднородности макрофитобентоса в разные сезоны свидетельствуют широкие пределы варьирования коэффициента Жаккара (7–67 %) и его низкое среднее значение (35 %). Доля одинаковых видов только в июле и августе, июле и сентябре составляла 52 и 54 %. Очень мало общих видов было обнаружено в фитобентосе мая, июля и октября, что было связано с особенностями внутригодового распределения видового состава черноморских макроводорослей по биологическим сезонам. На общие виды у Och и у Rh приходилось 27 и 18 %, среди Ch их было в 1,5 и 2 раза больше. Для Ch и Och были отмечены случаи полного отсутствия совпадения видового состава, что подтверждало наличие сезонных качественных различий бентосных фитоценозов. Общее число родов также изменялось в широких границах (от 13 до 29). Среди них три рода включали по 5–7 видов, остальные – по одному или по два. Ежемесячная доля маловидовых родов была высокой (79–92 %).

Летом 1964–2020 гг. в районе Маяка (трансекта III) на глубине 0,5 м были обнаружены 17 видов зеленых, 19 – бурых и 39 – красных водорослей. Три вида (*Ceramium virgatum*, *Callithamnion corymbosum* (J. E. Smith.) Lyngb., *Ellisolandia elongata*) проявляли максимально высокую встречаемость, у двух (*Ceramium diaphanum*, *Grania efflorescens* (J. Agardh) Kylin) показатель достигал 87 %. Анализ распределения видов по группам постоянства в ценозе показал равновеликое господство добавочной и случайной групп, на постоянную группу приходилась лишь четверть всего видового состава фитоценоза разных лет. В отделах такое соотношение групп нарушалось: среди Ch в наблюдаемый период было больше всего постоянных и случайных видов (по 35 %), среди Och – случайных (47 %), среди Rh – добавочных (46 %). Подтверждением способности видового состава изменяться во времени даже в границах одного сезона являлся, в частности, размах вариации числа видов в отделах. У Rh он был вдвое выше (25 таксонов), чем у Ch и Och. Отличие крайних значений числа видов в отделах достигало 4–12 раз с максимумом у Ch. По данным многолетних наблюдений наибольшее число видов в отделах приходилось на 2020 г., наименьшее – на 2003 г. (рис. 5).

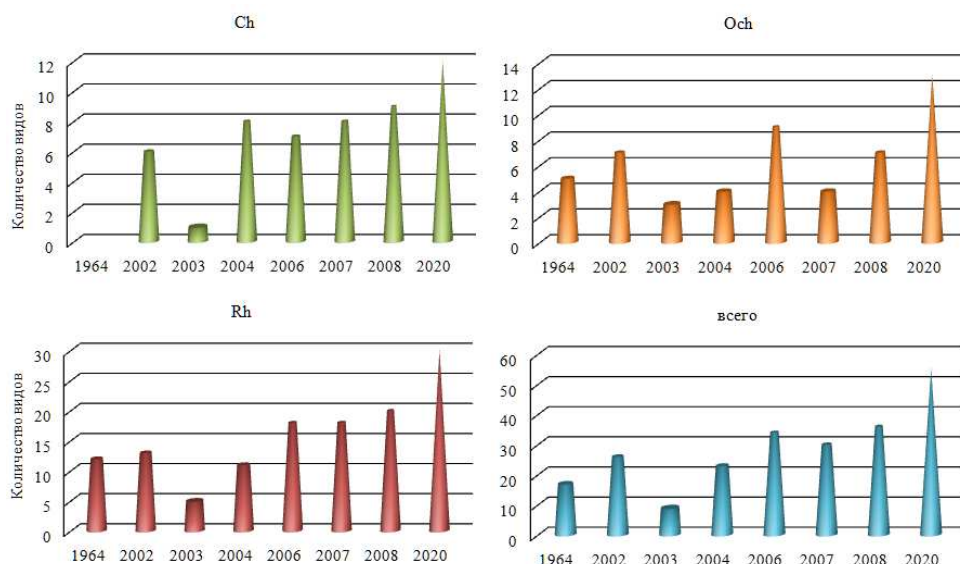


Рис. 5. Межгодовая динамика флористического состава макрофитобентоса у мыса Сарыч (Маяк, глубина 0,5 м).

Межгодовые изменения показателя по шкале Г. Н. Зайцева относились к типу значительных. Для периода с 2006 по 2020 г. было отмечено увеличение числа видов Ch, Rh и во всем фитоценозе. Коэффициент Фельдманна и индекс Ченя менялись по годам в пределах верхней нормы. Значения коэффициента Фельдманна свидетельствовали о долговременном сохранении субтропического характера бентосной флоры в районе Маяка. Индекс Ченя в начале наших наблюдений в 2002

и 2003 гг., а также в 2006 г. соответствовал чистой морской среде, что подтверждало результаты более ранних исследований в 1964, 1981 и 1989 гг. [42, 28]. В последующем среда характеризовалась как мезотрофная. Активизация процессов рекреационно-хозяйственного освоения береговой зоны в бухте Ласпи, появление новых источников загрязнения приводит к процветанию Rh и Ch, вытесняющих Och на третью среди отделов позицию. В настоящее время в бухте функционируют пять выпусков сточных вод, вынесенных от берега на расстояние 90–150 м [11]. Водолазное обследование глубоководного выпуска установило нарушение целостности стенки трубопровода, что приводит к фильтрации сточных вод.

О качественных различиях состава летнего фитобентоса в районе Маяка в сравниваемые годы можно судить по величине коэффициента Жаккара и по характеру распределения видов между мало- и многовидовыми родами. Из всех родов только четыре (8 %) были представлены несколькими видами, подавляющее же большинство – одним или двумя. Причем в 2003 и 2004 гг. все роды были одновидовыми, позже появились и многовидовые. Перечень последней группы родов менялся от года к году, но в нем всегда присутствовали *Ulva*, *Ceramium* и *Cladophora*. Вклад маловидовых родов варьировал от 60 % в 2002 г. до 96 % в 2007 г. Большое количество родов с невысоким видовым разнообразием свидетельствовало о межгодовой «пестроте» таксономического состава фитобентоса в летний период. Исходя из величины коэффициента Жаккара, в ценозе разных лет только треть видов были одинаковыми. Ch среди отделов отличался самым низким средним коэффициентом, что, в частности, могло быть связано с отсутствием его представителей в 1964 г. Виды в сравниваемые годы отличались уровнем своей фитоценотической активности (табл. 4). Треть видов относилась к малоактивной группе, половина – к высоко- и среднеактивной.

В целом, большой размах межгодовых вариаций абсолютного числа видов, немногочисленность видов с высокой и максимальной встречаемостью, господство добавочной и случайной групп, низкий уровень коэффициента видового сходства и средней встречаемости видов свидетельствуют о подверженности видового состава водорослей у мыса Сарыч межгодовым изменениям.

Обобщение полученных современных, а также архивных и литературных данных показало, что в состав макрофитобентоса памятника природы в акватории мыса Сарыч входят макроводоросли 104 видов 64 родов, 36 семейств, 21 порядка, 5 классов отделов Chlorophyta, Ochrophyta и Rhodophyta (табл. 1). Лидерами таксономического разнообразия являются Rhodophyta, одно- и двухвидовые роды. Число многовидовых родов ограниченное, но в своем составе они содержат третью часть всего видового списка. Общая пропорция соподчиненных таксонов выглядит как 1 порядок : 2 семейства : 3 рода : 5 видов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенных исследований, с учетом архивных и литературных данных, а также результатов современной таксономической ревизии установлено, что в состав макрофитобентоса памятника природы в акватории мыса Сарыч входят макроводоросли 104 видов 64 родов, 36 семейств, 21 порядка, 5 классов отделов

Chlorophyta, Ochrophyta и Rhodophyta. Среди них 17 видов обладают природоохранным статусом. Особенности фитоценозов у мыса Сарыч являются доминирование красных водорослей (47 % общего числа видов) и маловидовых родов (87 % общего числа родов), высокая видовая насыщенность надродовых таксонов. Бурые и зеленые водоросли по параметрам таксономического состава занимают, соответственно, вторую и третью позиции.

Господство постоянных, особо- и высокоактивных видов, отсутствие представителей мало- и неактивной групп, большой вклад видов с высокой встречаемостью и среднее значение коэффициента Жаккара свидетельствуют о большом качественном сходстве и однородности фитоценоза на разных участках памятника природы. Низкая средняя встречаемость видов по годам и сезонам, незначительное разнообразие константного ядра флоры, широкие пределы варьирования и невысокое среднее значение коэффициента Жаккара, доминирование во времени случайной группы, большой размах межгодовых вариаций абсолютного числа видов указывают на подверженность видового состава бентосных фитоценозов мелководья охраняемой зоны внутри- и межгодовой изменчивости.

Актуализированные сведения о видовом составе в дальнейшем будут применены при экологическом анализе сообществ донных растений памятника природы. Высокое биологическое разнообразие и существенный вклад группы охраняемых видов должны стать еще одним обоснованием для создания южнобережного наземно-морского резервата, необходимость которого уже признана рядом исследователей [11, 12].

*Работа выполнена в рамках государственного задания Института биологии южных морей им. А. О. Ковалевского РАН (проект № 121030300149-0).*

#### Список литературы

1. Работнов Т. А. Фитоценология / Т. А. Работнов – Москва: МГУ, 1983. – 384 с.
2. Алексанов В. В. Методы инвентаризации и мониторинга биоразнообразия на особо охраняемых природных территориях регионального значения / В. В. Алексанов, С. К. Алексеев и др. // Серия «Кадастровые и мониторинговые исследования биологического разнообразия в Калужской области». – 2021. – Вып. 8. – Тамбов: ООО «ТПС». – 148 с.
3. Садогурский С. Е. Макрофитобентос у побережья ботанического заказника "Канак" (Чёрное море): современное состояние и пути сохранения / С. Е. Садогурский // Заповідна справа в Україні. – 2009. – 15 (1). – С. 31–38.
4. Садогурский С. Е. Макрофиты прибрежно-морских акваторий природных заповедников Крымского полуострова (Чёрное и Азовское моря) / С. Е. Садогурский, Т. В. Белич, С. А. Садогурская // Algologia. – 2019. – 29(3). – С. 322–351.
5. Белич Т. В. К изучению водорослей-макрофитов и цианобактерий прибрежно-аквальных комплексов юго-восточного района Крыма / С. А. Садогурская, С. Е. Садогурский // Бюллетень ГНБС. – 2019. – Вып. 131. – 61–69.
6. Darbyshire I. Important Plant Areas: revised selection criteria for a global approach to plant conservation / I. Darbyshire, S. Anderson, A. Asatryan, A. Byfield et al. // Biodiversity and Conservation. – 2017. – Vol. 26(8). – P. 1767–1800.

7. Edgar G. J. Key biodiversity areas as globally significant target sites for the conservation of marine biological diversity / G. J. Edgar, P. F. Langhammer et al. // *Aquatic conservation*. – 2008. – Vol. 18(6). – P. 969–983.
8. Heino J. Are indicator groups and cross-taxon congruence useful for predicting biodiversity in aquatic ecosystems? / J. Heino // *Ecological Indicators*. – 2010. – Vol. 10(2). – P. 112–117.
9. Особо охраняемые природные территории Севастополя / Под редакцией д. б. н. проф. Голубевой Е. И., д. г. н. проф. Позаченюк Е. А. – Симферополь, ИТ АРИАЛ, 2020. – С. 102–107.
10. Агаркова-Лях И. В. Условия развития и активность экзогенных геологических процессов на берегах Юго-Западного Крыма от мыса Айя до мыса Сарыч / И. В. Агаркова-Лях., А. М. Лях // *Изв. Саратов. ун-та. Новая серия. Серия Науки о Земле*. – 2020. – Т. 20, вып. 2. – С. 76–85.
11. Панкеева Т. В. Ландшафтная структура береговой зоны памятника природы «Прибрежный аквальный комплекс у мыса Сарыч» / Т. В. Панкеева, Н. В. Миронова // *Труды Карадагской научной станции им. Т. И. Вяземского – природного заповедника РАН*. – 2022. – Т. 7, № 1(21). – С. 51–60.
12. Панкеева Т. В. Современные ландшафты западного побережья Севастополя / Т. В. Панкеева, Н. В. Миронова, А. В. Пархоменко // *Учёные записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология*. – 2022. – Т. 8 (74), № 1. – С. 54–69.
13. Щуров С. В. Сезонная изменчивость абиотических факторов среды и фитопланктона в районе мидийной ферм бухты Ласпи (2010–2011 гг.) / С. В. Щуров, Н. П. Ковригина, Л. В. Ладыгина // *Учёные записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология*. – 2019 г. – Том 5 (71), № 2. – С. 184–201.
14. Заскоков Г. Ласпи, Коктебель и Большая Ялта лидируют по сливу неочищенных канализационных стоков в море / Г. Заскоков // *Новый день*. – 2017. URL: <https://newdaynews.ru/crimea/615881.html>
15. Мокиевский В. О. Морские резерваты – современные проблемы создания и функционирования / В. О. Мокиевский // *Заповедники и национальные парки*. – 2002. – 39. – С. 45–46.
16. Ревков Н. К. Биоразнообразие зообентоса прибрежной зоны Южного берега Крыма (район бухты Ласпи) / Н. К. Ревков, Т. В. Николаенко // *Биология моря*. – 2002. – Т. 28, № 3. – С. 170–180.
17. Калугина А. А. Исследование донной растительности Черного моря с применением лежководолазной техники / А. А. Калугина // *Морские подводные исследования*. – 1969. – М. – С. 105–113.
18. Калугина-Гутник А. А. Фитобентос Черного моря / А. А. Калугина-Гутник. – Киев: Наукова думка, 1975. – 248 с.
19. Зинова А. Д. Определитель зеленых, бурых и красных водорослей южных морей СССР / Зинова А. Д. – М. – Л.: Наука, 1967. – 397 с.
20. Guiry M. D. *AlgaeBase*. Worldwide electronic publication / M. D. Guiry, G. M. Guiry. – Galway: Nat. Univ. Ireland. 2022. URL: <http://www.algaebase.org> (accessed 22.08.2022).
21. Толмачев А. И. Введение в географию растений / А. И. Толмачев. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1974. – 244 с.
22. Feldmann J. Recherches sur la Végétation Marine de la Méditerranée - La Côte des Albères / J. Feldmann // *Revue Algology*. – 1937. – V. 10. – P. 1–339.
23. Cheney D. T. R + C/P anew and improved ratio for comparing seaweed floras / D. T. Cheney // *Journal Phycology*. – 1977. – V. 13(2). – 12 p.
24. Дажо Р. Основы экологии / Р. Дажо. – М. Прогресс 1975. – 245 с.
25. Савинов А. Б. Развитие представлений об активности растений, ее экологической роли и способах оценки в экосистемах / А. Б. Савинов, Ю. Д. Никитин // *Принципы экологии*. – 2017. – № 3. – С. 20–39.
26. Миркин Б. М. Словарь понятий и терминов современной фитоценологии / Б. М. Миркин, Г. С. Розенберг, Л. Г. Наумова – М.: Наука, 1989. – 223 с.
27. Зайцев Г. Н. Математика в экспериментальной ботанике / Зайцев Г. Н. – М.: Наука, 1990. – 96 с.
28. Калугина-Гутник А. А. Изменение видового состава фитобентоса в бухте Ласпи за период 1964–1983 гг / А. А. Калугина-Гутник // *Экология моря*. – 1989. – Вып. 31. – С. 7–12.
29. Мильчакова Н. А. Макрофитобентос. Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма (Черноморский сектор) / Н. А. Мильчакова / Под ред. Еремеева В. Н., Гаевской А. В. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. – С. 152–208.

30. Красная книга Республики Крым. Растения, водоросли и грибы. – Симферополь, 2015. – 480 с.
31. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). – М. 2008. – 885 с.
32. Красная книга города Севастополя. – Калининград, Севастополь. 2018. – 432 с.
33. Червона книга України. Рослинний світ. – Київ: Глобалконсалтинг. 2009. – 912 с.
34. Black Sea Red Data Book. New York: United Nations Office for Project Services. – 1999. – 413 p.
35. Black Sea Red Data List. – 1997. [online] Available at: <http://www.grid.unep.ch/bsein/redbook/about/datalist.htm>
36. Мильчакова Н. А. Морские охраняемые акватории Крыма / Н. А. Мильчакова, В. В. Александров и др. – Научный справочник. – Симферополь: Н. Орианда, 2015. – 312 с.
37. Куфтаркова Е. А. Результаты гидролого-гидрохимического мониторинга мидийной фермы в прибрежной зоне Южного берега Крыма (бухта Ласпи) / Е. А. Куфтаркова, С. В. Щуров, Н. Ю. Родионова // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол. – 2010. – №3 (44). – С. 133–136.
38. Евстигнеева И. К. Макрофитобентос побережья экоцентра «Айя-Сарычский» (Черное море, Крым) / И. К. Евстигнеева, И. Н. Танковская // Заповедное дело в Украине. – 2010. – 16(2). – С. 23–29.
39. Евстигнеева И. К. Макрофлора прибрежной акватории западной части Гераклейского полуострова и ее внутригодовая динамика (мыс Херсонес, Черное море) / И. К. Евстигнеева, И. Н. Танковская // Вопросы современной альгологии. – 2020. – 1(22). – С. 39–55.
40. Девяткин В. Г. Встречаемость видов водорослей как показатель биологического разнообразия альгоценозов / В. Г. Девяткин, И. В. Митропольская // Динамика разнообразия гидробионтов во внутренних водоемах России. Ярославль. – 2002. – С. 5–22.
41. Березина М. О. Эколого-таксономический состав морских фитоценозов зеленых макроводорослей естественных и загрязненных местообитаний о-ва Большой Соловецкий / М. О. Березина // Arctic environmental research. – 2011. – №3. – С. 12–19.
42. Калугина-Гутник А. А. Изменения в составе флоры водорослей Новороссийской бухты за последние 40 лет и её фитогеографический состав / А. А. Калугина-Гутник // Гидробиологические исследования северо-восточной части Чёрного моря. Ростов н/Д: Изд-во Ростовского ун-та – 1973. – С. 29–49.
43. Морозова-Водяницкая Н. В. Наблюдения над экологией водорослей Новороссийской 205 бухты / Н. В. Морозова-Водяницкая // Труды Кубано-Черноморского НИИ. Краснодар. – 1927. – Вып. 52. – С. 5–35.

**FLORISTIC COMPOSITION AND TAXONOMIC STRUCTURE OF  
MACROPHYTOBENTHOS OF THE HYDROLOGICAL NATURE MONUMENT  
"COASTAL AQUATIC COMPLEX NEAR CAPE SARYCH" (BLACK SEA)  
UNDER CURRENT CONDITIONS**

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

*Institute of biology of the southern seas of RAS, Sevastopol, Russia  
E-mail: [ikevstigneeva@gmail.com](mailto:ikevstigneeva@gmail.com)*

The Crimea is the world's centre of wild plant diversity. Along its shores there are objects of the reserve fund, which include the hydrological natural monument "Coastal aquatic complex at Cape Sarych". With the increase of anthropogenic impact on protected marine objects, there is a reduction of their biodiversity. There is a need to make forecasts of the impact on the coastal zone. The forecasts must be based on the results of multi-year observations. In the area of the nature monument, such observations were carried out sporadically in the mid-20th century. To date, the information on the floristic composition of the monument is scarce and needs to be updated. The aim of the work was to study the

species composition, taxonomic structure and spatial and temporal variability of the monument's macroflora under modern conditions. The hydrobotanical studies were carried out in the summer of 2020. Samples were taken by a diver at three transects at depths of 0.5; 1, 3, 5 and 10 m. A list of 104 species of 64 genera, 36 families, 21 orders, 5 classes of Chlorophyta, Ochrophyta and Rhodophyta divisions was compiled based on obtained, archival and literature data and taking into account the results of taxonomic revision. Among them 17 species have protected status. High proportion of Red Data Book species (22 %) confirms the conservation significance of the hydrological monument. The species ratio of the divisions (1 Ch : 1 Och : 2 Rh) indicates a quantitative predominance of red algae (47 % of the total number of species). Peculiarities of the composition of the Cape Sarych phytocenosis are the dominance of monospecific genera (87 % of the total number of genera) and high species richness of supra-specific taxa. Chordariaceae, Ceramiaceae, Rhodomelaceae, Ectocarpales (38–40 % of the total number of genera) have the highest genus diversity. Orders with a high content of families include Ulvales, Sphacelariales and Ceramiales. Ochrophyta and Chlorophyta rank second and third in terms of taxonomic composition. The average value of the Feldmann coefficient corresponds to the warm-water character of the studied flora. The Cheney saprobiological index (Ch+Rh/Och) indicates that macrophyte habitat is clean in summer 2020 in most of the surveyed water area. Quantitative changes in species composition, floristic and saprobiological indices at different sites are carried out within biological norms. Species occurrence in the surveyed sections of the monument water area varies from 33 to 100 %, reaching an average of 57 % for Chlorophyta species, 80 % for Ochrophyta, and 74 % for Rhodophyta. Within the cenosis, Ochrophyta and Rhodophyta species of the permanent category lead with an occurrence of more than 50 %. The high contribution of species with high occurrence and the average value of the Jaccard's coefficient indicate a qualitative similarity and homogeneity of the phytocenosis in the different sections of the nature monument. There are no significant taxonomic differences in the phytobenthos in the different sections of the protected area. However, the total number of species, the species diversity of co-located taxa and the genus ratio of Chlorophyta are greater at the water area experiencing local anthropogenic pressure. The presence of a recreational area and the influence of sewage contributes to the mass development of green algae, which is characteristic of areas with a medium degree of pollution.

Low average species occurrence by years and seasons, low diversity of the constant flora core, low average value of Jaccard's coefficient, high intensity of interannual variations of the absolute number of species illustrate seasonal and interannual variability of species composition of benthic macroalgae of the protected area. Intra-annual heterogeneity in species composition is related to ontogenetic features of species and to seasonal distribution of values of abiotic environmental factors. The data obtained have confirmed the regularities of the intra-annual distribution of the species composition of macroalgae in the Black Sea by biological seasons: spring from February to May and summer from June to September

The updated information on the species composition will be used for further ecological analysis of the bottom plant communities of the Natural Monument. The high biodiversity and significant contribution of the Protected Species Group should provide

further justification for the establishment of the South Bank terrestrial-marine reserve, the need for which has already been highlighted by a number of researchers.

**Keywords:** macroalgae, floristic composition, taxonomic structure, occurrence, variability, protected area, Crimea, Black Sea.

### References

1. Rabotnov T. A. *Phytocenology*, (Moscow: Moscow State University, 1983), 384 p.
2. Aleksanov V. V., Alekseev S. K., Sionova M. N., Novikova O. A. *Methods of inventory and monitoring of biodiversity on specially protected natural territories of regional importance*, 148 p. (Series 'Cadastral and monitoring studies of biodiversity in Kaluga region', Tambov: OOO TPS, 2021. **8**.)
3. Sadogursky S. E. Macrophytobenthos near the coast of botanical reserve "Kanaka" (Black Sea): current state and ways of conservation. *Zapovidna sprava Ukraini*, **15** (1), 31 (2009).
4. Sadogursky S. E., Belich T. V., Sadogurskaya S. A. Macrophytes of coastal and marine aquatic areas of natural reserves of the Crimean Peninsula (Black and Azov Seas), *Algologia*, **29**(3), 322 (2019).
5. Belich T. V., Sadogurskaya S. A., Sadogursky S. E. Towards the study of macrophyte algae and cyanobacteria of coastal aquatic complexes of the south-eastern region of Crimea, *Bulletin of GNBS*, **131**, 61 (2019).
6. Darbyshire I., Anderson S., Asatryan A., Byfield A., Cheek M., Clubbe C., Ghrabi Z., Harris T., Heatubun C. D., Kalema J., Magassouba S., McCarthy B., Milliken W., de Montmollin B., Lughadha E. N., Onana J.-M., Saïdou D., Sârbu A., Shrestha K., Radford E.A. Important Plant Areas: revised selection criteria for a global approach to plant conservation, *Biodiversity and Conservation*, **26**(8), 1767 (2017).
7. Edgar G. J., Langhammer P. F., Allen G., Brooks T. M., Brodie J., Crosse W., Da Silva N., Fishpool L. D. C., Foster M. N., Knox D. H., McCosker J. E., McManus R., Miller A. J. K., Mugo R. Key biodiversity areas as globally significant target sites for the conservation of marine biological diversity, *Aquatic conservation*, **18**(6), 969 (2008).
8. Heino J. Are indicator groups and cross-taxon congruence useful for predicting biodiversity in aquatic ecosystems? *Ecological Indicators*, **10**(2), 112 (2010).
9. *Specially Protected Natural Areas of Sevastopol*. Pod. red. Ph. D. Golubeva E. I., Ph. D Pozacheniuk E. A. (Simferopol, IT ARIAL, 2020), 140 p.
10. Agarkova-Lyakh I. V., Lyakh A. M. Conditions of development and activity of exogenous geological processes on the shores of Southwestern Crimea from Cape Aya to Sarych, *Proceedings of Saratov University. New Series. Earth Sciences Series*, **20**(2), 76 (2020).
11. Pankeeva T. V., Mironova N. V. Landscape structure of the coastal zone of the nature monument "Coastal aquatic complex at Cape Sarych", *Proceedings of the Karadag Research Station named after T. I. Vyazemsky. – Nature Reserve of the RAS*, **7**, **1**(21), 51 (2022).
12. Pankeeva T. V., Mironova N. V., Parkhomenko A. V. Modern landscapes of the western coast of Sevastopol, *Scientific Notes of Vernadsky Crimean Federal University. Geography. Geology*, **8** (74), **1**, 54 (2022).
13. Shurov S. V., Kovrigina N. P., Ladygina L. V. Seasonal Variability of Abiotic Factors and Phytoplankton in the Mussel Farm Area of Laspi Bay (2010–2011), *Vernadsky Academic Notes of the Crimean Federal University. Geography. Geology*, **5** (71), 2, 184 (2019).
14. Zaskokov G. Laspi, Koktebel and Bolshaya Yalta are leaders in discharge of untreated sewage into the sea Novyi Den. (2017). URL: <https://newdaynews.ru/crimea/615881.html>
15. Mokievsky V. O. Marine reserves – modern problems of creation and functioning, *Reserves and national parks*, **39**, 45 (2002).
16. Revkov N. K., Nikolaenko T. V. Biodiversity of zoobenthos of the coastal zone of the Southern coast of Crimea (Laspi bay area), *Marine Biology*, **28** (3), 170 (2002).
17. Kalugina A. A. Study of bottom vegetation of the Black Sea with the use of light-diving equipment, *Marine Underwater Research*. M., 105 (1969).
18. Kalugina-Gutnik A. A. *Phytobenthos of the Black Sea*, p. 248 (Kyiv: Naukova dumka, 1975).
19. Zinova A. D. *Identifier of green, brown and red algae of the southern seas of the USSR*, p. 397 (M. - L.: Nauka, 1967).



20. Guiry M. D., Guiry G. M. *AlgaeBase. Worldwide electronic publication Galway: Nat. Univ. Ireland*. URL: <http://www.algaebase.org> (accessed 22.08.2022).
21. Tolmachev A. I. *Introduction to plant geography*, p. 244 (L.: Publishing house of Leningrad University, 1974).
22. Feldmann J. Recherches sur la Végétation Marine de la Méditerranée - La Côte des Albères. *Revue Algology*, **10**, 1 (1937).
23. Cheney D. T. R + C/P anew and improved ratio for comparing seaweed floros, *Journal Phycology*, **13(2)**, 12 (1977).
24. Dazho R. *Fundamentals of ecology*, p. 245 (M. Progress, 1975).
25. Savinov A. B., Nikitin Y. D. Development of ideas about plant activity, its ecological role and methods of assessment in ecosystems, *Principles of Ecology* **3**, 20 (2017).
26. Mirkin B. M., Rosenberg G. S., Naumova L. G. *Dictionary of concepts and terms of modern phytocenology*, (M.: Nauka, 1989), 223 p.
27. Zaitsev G. N. *Mathematics in experimental botany*. (M.: Nauka, 1990), 96 p.
28. Kalugina-Gutnik A. A. Changes in the species composition of phytobenthos in Laspi Bay for the period 1964–1983, *Marine Ecology*, **31**, 7 (1989).
29. Milchakova N. A. *Macrophytobenthos. The Current State of Biodiversity of Coastal Waters of the Crimea (Black Sea Sector)*, ed. by Eremeev V. N., Gaevskaya A. V. Sevastopol: ECOSY-Hydrophysics, 152 (2003).
30. Red Book of the Republic of Crimea. Plants, algae and fungi, 480 p. (Simferopol, 2015).
31. Red Data Book of the Russian Federation (plants and fungi), 885 p. (M, 2008).
32. Red Data Book of Sevastopol, 432 p. (Kaliningrad, Sevastopol, 2018).
33. The Red Book of Ukraine. Roslinnyi svit, 912 p. (Kyiv: Globalconsulting, 2009).
34. Black Sea Red Data Book, 413 p. (New York: United Nations Office for Project Services, 1999).
35. Black Sea Red Data List. 1997, Available at: <http://www.grid.unep.ch/bsein/redbook/about/datalist.htm>
36. Milchakova N. A., Aleksandrov V. V., Bondareva L. V., Pankeeva T. V., Chernysheva E. B. *Marine protected water areas of Crimea*, 312 p. (Scientific directory. Simferopol: N. Orianda, 2015).
37. Kuftarkova E. A., Shchurov S. V., Rodionova N. Y. Results of hydrological and hydrochemical monitoring of mussel farm in the coastal zone of the Southern coast of Crimea (Laspi Bay), *Sci. Proc. Ternopil National Pedagogical University. Ser. Biol.* **3(44)**, 133 (2010).
38. Evstigneeva I. K., Tankovskaya I. N. Macrophytobenthos of the coastal ecocenter "Ayia-Sarychsky" (Black Sea, Crimea), *Reserve business in Ukraine*, **16(2)**, 23. (2010).
39. Evstigneeva I. K., Tankovskaya I. N. Macroflora of the coastal waters of the western part of the Heraclea Peninsula and its intraannual dynamics (Cape Chersonese, Black Sea), *Problems of Modern Algology*, **1(22)**, 39 (2020).
40. Devyatkin V. G., Mitropolskaya I. V. The occurrence of algal species as an indicator of biological diversity of algocenoses, *Dynamics of diversity of hydrobionts in inland water bodies of Russia, Yaroslavl*, **5** (2002).
41. Berezina M. O. Ecological and taxonomic composition of sea phytocenoses of green macroalgae of natural and polluted habitats on the Bolshoi Solovetsky Island, *Arctic environmental research*, **3**, 12 (2011).
42. Kalugina-Gutnik A. A. Changes in algae flora of Novorossiysk bay for the last 40 years and its phytogeographical composition, *Hydrobiological studies of the north-eastern part of the Black Sea, Rostov n/D: Publishing house of Rostov University*, 29 (1973).
43. Morozova-Vodyanitskaya N. V. Observations on the ecology of algae in Novorossiysk bay, *Proceedings of Kuban-Black Sea Research Institute. Krasnodar*, **52**, 5 (1927).