

УДК 502.5 (292.471-751.2)

Ресурсы макрофитов памятника природы «Прибрежный аквальный комплекс у мыса Фиолент»

Миронова Н. В., Панкеева Т. В.

Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН
Севастополь, Россия
dr.nataliya.mironova@yandex.ru, tatyapankeeva@yandex.ru

На основе проведённых исследований в акватории памятника природы «Прибрежный аквальный комплекс у мыса Фиолент» дана оценка ресурсов донной растительности, показано распространение макрофитобентоса и, входящих в его состав, доминирующих видов водорослей по глубинам и участкам. Выявлено, что вдоль всего побережья памятника природы на распределение запаса фитомассы макрофитов, *Ericaria crinita*, *Gongolaria barbata* и *Phyllophora crispa* оказывают влияние глубина и литологический состав донных отложений. Установлено, что на глубине 0,5–1 м запас фитомассы макрофитов и *Ericaria crinita*, *Gongolaria barbata* на участках, где преобладают глыбы, являющиеся благоприятным субстратом для прикрепления слоевищ макроводорослей, выше, чем эти показатели на участках, где обильно встречаются подвижные окатанные валуны. На всех участках их ресурсная составляющая наиболее высока на глубине 1–5 м, тогда как наибольшие скопления *Phyllophora crispa* зафиксированы на глубине 5–10 м. Доля «цистозирь» в запасах макрофитов при увеличении глубины от 0,5 до 10 м снижается от 79 до 64 %, а вклад филлофоры в диапазоне глубин 0,5–15 м колеблется от 0 до 7 % общих запасов макрофитов. По расчётным данным в памятнике природы «Прибрежный аквальный комплекс у мыса Фиолент» общие запасы макрофитов оцениваются в 3716,0 т, из которых 2522,6 т приходится на *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* и 87,6 т – на *Phyllophora crispa*, что составляет 68 и 2 % соответственно. В среднем, на 1 га исследуемого побережья сосредоточено 38,7 т макрофитов, в том числе, 26,3 т «цистозирь» и 0,9 т филлофоры. Анализ полученных материалов показал, что акватория памятника природы характеризуется высокими продукционными показателями макрофитов и значительными запасами *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata*. Таким образом, изучаемая охраняемая акватория играет важную роль в сохранении и охране растительного покрова в прибрежной зоне юго-западной части Гераклейского полуострова, являясь своеобразным резерватом ерикариево-гонголариевого («цистозирового») сообщества.

Ключевые слова: макрофитобентос, особо охраняемые природные территории, ресурсы, *Ericaria crinita*, *Gongolaria barbata*, *Phyllophora crispa*, Чёрное море.

ВВЕДЕНИЕ

В условиях негативной трансформации растительного покрова, происходящей в последние десятилетия в экосистеме Чёрного моря, изучение макрофитов, являющихся ключевыми компонентами прибрежной зоны, приобретает особую актуальность. Учитывая важнейшую средообразующую функцию макрофитобентоса, вопросам охраны, основанных на изучении его продукционных характеристик, необходимо уделять значительное внимание. Показательно, что существенную роль в сохранении сырьевых ресурсов гидробионтов, в том числе и донной растительности, играют морские охраняемые акватории (МОА).

За последние годы по объектам особо охраняемых природных территорий (ООПТ) Севастополя накоплены материалы о видовом составе макрофитобентоса, структуре его популяций и фитоценозов (Pankeeva, Mironova, 2019; Особо охраняемые..., 2020; Евстигнеева, Танковская, 2021, 2023; Mironova, Pankeeva, 2021; Alexandrov, Milchakova, 2022; Евстигнеева и др., 2022). Тем не менее, памятники природы гидрологического профиля, требуют более детальных исследований, так как ресурсная составляющая растительной компоненты изучена недостаточно. В настоящее время в регионе Севастополя были оценены запасы макрофитов, «цистозирь» и филлофоры для памятников природы «Прибрежный аквальный комплекс (ПАК) у мыса Лукулл» и «ПАК у Херсонеса Таврического» (Миронова, Панкеева, 2023а, 2023б). Подобные сведения для памятника природы «ПАК у мыса Фиолент» отсутствуют.

Цель работы – оценить ресурсы макрофитов и доминирующих видов водорослей, показать распределение их запасов в пределах памятника природы «ПАК у мыса Фиолент».

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Памятник природы «ПАК у мыса Фиолент» расположен в юго-западной части Севастополя. Его общая площадь составляет 179,4 га, из которых площадь территории – 66,0 га, акватории – 113,4 га. Подводный склон приглубый, в прибрежной акватории встречаются крутые остроконечные скалы, небольшие островки и рифы (рис. 1). Для побережья характерна высокая динамичность процессов: абразионных, абразионно-гравитационных и абразионно-оползневых.

Гидрботанические исследования памятника природы «ПАК у мыса Фиолент» проводили в летний период 2021 года. Работы в акватории выполняли с применением лёгководолазного снаряжения и с использованием маломерных судов. Для изучения состава макрофитобентоса и оценки запасов донной растительности в границах памятника природы было заложено три трансекты, расположенных перпендикулярно к берегу (рис. 2). Координаты трансект определяли при помощи портативного GPS-приемника (*Oregon 650*) (табл. 1). Отбор проб проводили по общепринятой методике (Калугина-Гутник, 1969). На глубинах 0,5; 1; 3; 5; 10 и 15 м располагали по четыре учётные площадки размером 25×25 см, при этом дайвер визуально определял проективное покрытие дна макрофитами (ПП).

Водоросли помещали в мешки из мельничного газа и в сыром виде доставляли в лабораторию, где определяли их видовой состав. Идентификацию водорослей проводили по определителю (Зинова, 1967) с учётом последних номенклатурных изменений (Guiry and Guiry, 2023). В лабораторных условиях при обработке материала учитывали общую биомассу (сырую) макрофитов, биомассу литофитов и эпифитов, биомассу «цистоциры» (*Ericaria crinita* (Duby) Molinari & Guiry = *Cystoseira crinita* и *Gongolaria barbata* (Stackhouse) Kuntze = *Cystoseira barbata*) и филлофоры (*Phyllophora crispa* (Hudson) P. S. Dixon), которые являются видами-доминантами Чёрного моря. Ресурсы макроводорослей (кг, сырая масса) рассчитаны по методике, модифицированной для морских исследований $Q = V \times \text{ПП} \times S / 100$, где Q – запасы (кг), V – средняя биомасса водорослей (кг×м²) в зарослях, ПП – проективное покрытие дна макрофитами (%), S – площадь, занятая зарослями макрофитов (м²) (Блинова и др., 2005). Угол уклона дна не превышал 0,06°, поэтому при расчёте запасов макрофитов он не учитывался. Определение площади акватории осуществляли с помощью программы *QGIS*.



Рис. 1. Памятник природы «Прибрежный аквальный комплекс у мыса Фиолент»
 а – береговая зона, б – морская акватория (фото Т. В. Панкеевой).

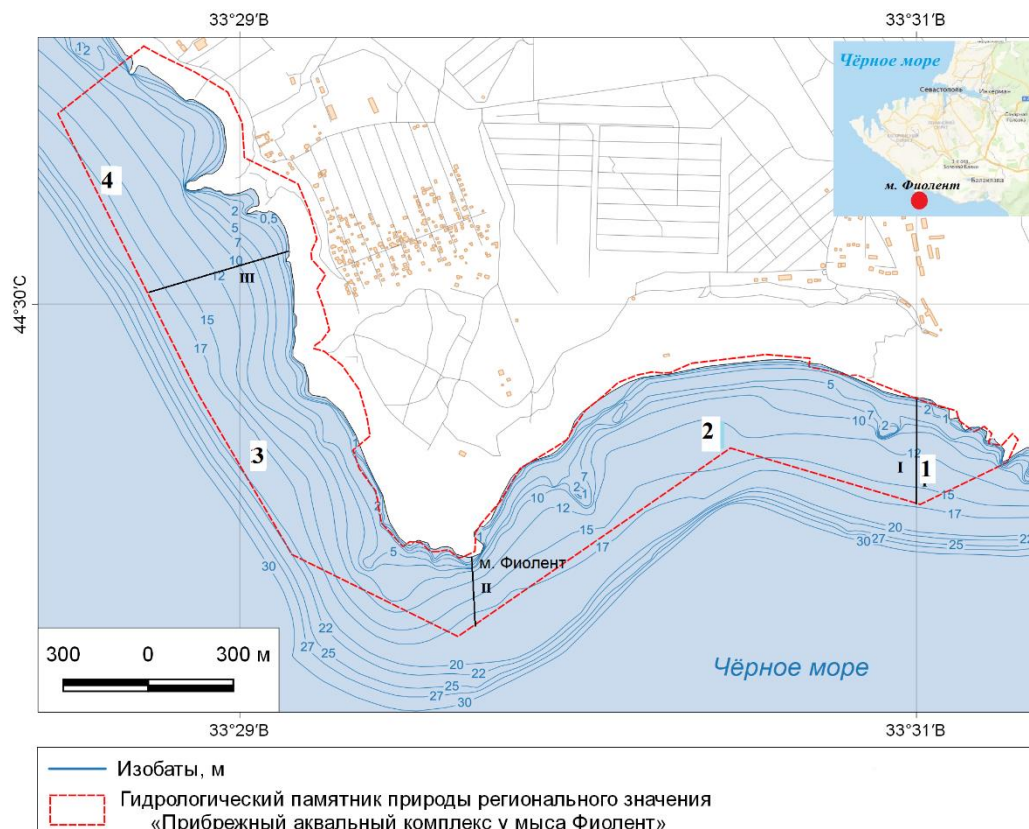


Рис. 2. Картограмма расположения гидробиотических трансект в акватории памятника природы «Прибрежный аквальный комплекс у мыса Фиолент»
1–4 – номера участков; I–III – номера трансект.

Таблица 1

Координаты, диапазон глубин и ширина фитали на трансектах памятника природы «Прибрежный аквальный комплекс у мыса Фиолент»

№ трансекты	Координаты		Диапазон глубин, м	Ширина фитали, м
	Северная широта	Восточная долгота		
I	44°30.244'	033°30.225'	0,5–10	150
II	44°29.875'	033°29.278'	0,5-10	80
III	44°30.461'	033°28.921'	0,5-15	450

Для того, чтобы получить сравнимые данные, общие запасы макрофитобентоса и, входящих в их состав, доминирующих видов водорослей были пересчитаны на единицу площади (га). Для этого был введён показатель запас фитомассы. Запас фитомассы определяется как отношение запасов макрофитов («цистозирь» и филлофоры) (Q) к площади участка, занятого донной растительностью (S). Таким образом, определяли запас фитомассы макрофитов, *Ericaria crinita*, *Gongolaria barbata* и *Phyllophora crispa*, который измеряется в т·га⁻¹ (Миронова, Панкеева, 2023а).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На основе проведённой работы дана оценка ресурсов донной растительности и показано распределение макрофитов и, входящих в их состав, доминирующих видов водорослей по глубинам и участкам в акватории памятника природы «ПАК у мыса Фиолент». Характерно,

что в растительном покрове на всех исследованных глубинах и участках преобладают *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata*. Ширина фитали, где встречается макрофитобентос, колеблется от 80 до 450 м (табл. 1). Значения ПП в интервале глубин 0,5–1 м варьируют в широком диапазоне (10–80 %), на глубине 1–5(10) м – изменяются в пределах 20–70 %. В составе донной растительности на глубине 5–15 м, помимо видов «цистозир», отмечена *Phyllophora crispa*, при этом значения ПП на этой глубине не превышают 50 %.

Распределение запасов макрофитов по участкам в акватории памятника природы

Участок 1. Занимаемая донной растительностью площадь этого участка не превышает 3,3 га. Общие запасы макрофитов составляют 187,9 т, их величина изменяется по глубинам от 22,0 до 75,1 т, при этом наибольшее значение этого показателя отмечено на глубине 3–5 м, а наименьшее – на глубине 1–3 м. Показательно, что запас фитомассы макрофитов на глубине 0,5–1 и 5–10 м, а также в диапазоне глубин 1–3 и 3–5 м оказался соизмеримым (табл. 2).

Таблица 2

Изменение запасов, запаса фитомассы макрофитов и, входящих в их состав, доминирующих видов водорослей, их доли в общих запасах макрофитов по глубинам и участкам в акватории памятника природы «Прибрежный аквальный комплекс у мыса Фиолент» в летний период 2021 года

Глубина, м	Площадь, га	Запасы макрофитов, т	Запас фитомассы макрофитов, т·га ⁻¹	<i>Ericaria crinita</i> и <i>Gongolaria barbata</i>			<i>Phyllophora crispa</i>		
				Запасы, т	Доля в запасах, %	Запас фитомассы, т·га ⁻¹	Запасы, т	Доля в запасах, %	Запас фитомассы, т·га ⁻¹
Участок 1									
0,5–1	0,65	28,5	43,9	16,6	58	25,5	0	0	0
1–3	0,29	22,0	77,1	12,8	58	44,9	0	0	0
3–5	0,98	75,1	76,4	40,7	54	41,4	0,8	1	0,8
5–10	1,35	62,3	46,3	35,3	57	26,2	1,1	2	0,8
Участок 2									
0,5–1	3,34	172,1	51,5	143,8	78	40,3	0	0	0
1–3	2,53	154,0	60,9	100,5	65	39,7	0,1	0	0
3–5	7,54	421,6	55,9	248,9	59	33,0	3,8	1	0,5
5–10	10,70	343,5	32,1	192,6	56	18,0	20,7	6	1,9
Участок 3									
0,5–1	2,10	102,8	48,9	89,4	87	42,5	0	0	0
1–3	1,89	102,5	54,2	75,1	73	39,7	0,1	0	0
3–5	6,17	364,9	59,2	247,4	68	40,1	0,6	0	0,1
5–10	12,72	466,9	36,7	307,8	66	24,2	22,5	5	1,8
10–15	17,03	181,7	10,7	141,1	78	8,3	13,5	7	0,8
Участок 4									
0,5–1	2,66	103,0	38,6	79,3	77	29,8	0	0	0
1–3	1,86	118,3	63,6	83,4	70	44,8	0	0	0
3–5	3,84	318,4	82,9	213,4	67	55,5	0	0	0
5–10	7,17	398,3	55,6	276,9	69	38,6	3,5	1	0,5
10–15	13,13	280,1	21,3	217,6	78	16,6	20,9	7	1,6

Запасы *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* определены в 105,4 т, их величина колеблется по глубинам от 12,8 до 40,7 т, с максимумом на глубине 3–5 м, минимумом – на глубине от 1 до 3 м. Доля «цистозир» в общих запасах макрофитов в интервале глубин 0,5–10 м слабо

варьирует в пределах 54–58 %. Наибольший запас фитомассы этих видов приурочен к глубине 1–3 м, а наименьший – к глубине 0,5–1 м (табл. 2). Характерно, что при увеличении глубины от 3–5 до 5–10 м величина этого показателя снижается почти вдвое (табл. 2).

Запасы *Phyllophora crispa* невелики – 1,9 т. Они сосредоточены, преимущественно, на глубине 3–10 м. Вклад филлофоры в запасах макрофитов на этих глубинах не превышает 1–2 %, а запас фитомассы этого вида в интервале глубин 3–10 м одинаковый (табл. 2).

Участок 2. Площадь участка около 24 га. Общие запасы макрофитов составляют 1091,2 т. Их максимальная величина отмечена на глубине 3–5 м, а минимальная – на глубине от 1 до 3 м, где она ниже почти втрое (табл. 2). Показательно, что на глубине 1–3 м зарегистрирован наибольший запас фитомассы макрофитов, а наименьший – на глубине от 5 до 10 м (табл. 2).

Запасы видов «цистозирь» достигают 685,8 т, их величина колеблется по глубинам от 100,5 до 248,9 т. Максимальная и минимальная величины этого показателя отмечены на глубине 3–5 и 1–5 м соответственно. Доля *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* в запасах макрофитов при увеличении глубины снижается с 78 до 56 %, а запас их фитомассы уменьшается более чем вдвое (табл. 2).

Запасы *Phyllophora crispa* оценены в 24,6 т. Скопления этого вида приурочены, в основном, к глубине 5–10 м, где его доля в запасах макрофитов составляет 6%, тогда как на глубине 3–5 м – не превышает 1 %. Запас фитомассы филлофоры при увеличении глубины от 3 до 10 м возрастает почти вчетверо (табл. 2).

Участок 3. Площадь участка около 40 га. Общие запасы макрофитов достигают 1218,8 т. Их величина в диапазоне глубин 0,5–10 м возрастает более чем в 4 раза, тогда как при дальнейшем увеличении глубины от 10 до 15 м – снижается почти втрое (табл. 2). Характерно, что на глубине 0,5–1 и 1–3 м общие запасы макрофитов практически одинаковые (табл. 2). Максимальный и минимальный показатели запаса их фитомассы зарегистрированы на глубине 3–5 и 10–15 м соответственно (табл. 2).

Запасы *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* определены в 860,8 т, их величина варьирует по глубинам от 75,1 до 307,8 т. Наибольшее и наименьшее значение этого показателя приходится на глубины 5–10 и 1–3 м соответственно. Доля «цистозирь» в запасах макрофитов при увеличении глубины в интервале 0,5–10 м снижается с 87 до 66 %, при этом на глубине 10–15 м вклад этих видов вновь возрастает (табл. 2). Максимальный запас их фитомассы отмечен на глубине 0,5–1 м, а минимальный – на глубине 10–15 м, где он в 5 раз ниже (табл. 2).

Запасы *Phyllophora crispa* составляют 36,7 т, её скопления обнаружены на глубине 5–15 м, тогда как до глубины 5 м этот вид встречается лишь изредка. Доля филлофоры в запасах макрофитов в диапазоне глубин 5–15 м колеблется в пределах 5–7 %. Наибольший запас её фитомассы приходится на глубину 5–10 м (табл. 2).

Участок 4. Площадь участка – 28,7 га. Общие запасы макрофитов оценены в 1218,1 т. Их величина колеблется по глубинам от 103,0 до 398,3 т. Показательно, что наибольшие запасы макрофитов сосредоточены на глубине 5–10 м, а наименьшие – на глубине 0,5–1 м (табл. 2). Максимальный запас их фитомассы зарегистрирован на глубине 3–5 м, минимальный – на глубине 10–15 м. Характерно, что при увеличении глубины от 0,5 до 5 м запас фитомассы макрофитов возрастает более, чем вдвое (табл. 2).

Запасы «цистозирь» составляют 870,6 т, их величина варьирует по глубинам от 79,3 (глубина 0,5–1 м) до 276,9 т (глубина 5–10 м). Доля *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* в запасах макрофитов с повышением глубины в интервале 0,5–5 м снижается с 77 до 67%, а на глубине 5–15 м вновь увеличивается с 69 до 78%. Характерно, что на глубине 0,5–1 и 10–15 м их вклад в общие запасы макрофитов практически одинаков (табл. 2). Запас фитомассы «цистозирь» в направлении от верхней сублиторальной зоны к средней возрастает (0,5–5 м) почти вдвое (29,8 и 55,5 т·га⁻¹ соответственно), а в нижней сублиторали (10–15 м) не превышает 16,6 т·га⁻¹.

Запасы *Phyllophora crispa* составляют 24,4 т. Основные скопления этого вида приурочены к глубине 10–15 м, где на его долю приходится 7% общих запасов макрофитов. Запас фитомассы филлофоры при увеличении глубины в диапазоне 5–15 м повышается более чем втрое (табл. 2).

Таким образом, анализ полученного материала показал, что в акватории памятника природы «ПАК у мыса Фиолент» ресурсная составляющая макрофитов и, входящих в их состав, *Ericaria crinita*, *Gongolaria barbata*, *Phyllophora crispa* отличаются по исследуемым участкам, что, вероятно, объясняется различным гранулометрическим составом донных осадков, дифференциация которых обусловлена особенностями геолого-геоморфологического строения береговой зоны. Вдоль побережья на глубине 0,5–1 м, на участках 2 и 3, где преобладают глыбы, являющиеся благоприятным субстратом для прикрепления слоевищ «цистозир», запас фитомассы макрофитов и, входящих в их состав, доминирующих *Ericaria crinita*, *Gongolaria barbata* несколько выше (48,9–51,5 и 40,3–42,5 т·га⁻¹), чем на участках 1 и 4 (38,6–43,9 и 25,5–29,8 т·га⁻¹ соответственно), где обильно встречаются подвижные окатанные валуны (табл. 2).

Характерно, что на всех участках при увеличении глубины от 1 до 10 м на песчано-галечно-гравийных отложениях возрастает доля *Phyllophora crispa*. В связи с этим, отмечено постепенное снижение запаса фитомассы макрофитов и *Ericaria crinita*, *Gongolaria barbata*. Так, при увеличении глубины от 3–5 до 5–10 м эти показатели уменьшаются в 1,4–1,8 раза (табл. 2). Показательно, что на всех участках ресурсная составляющая макрофитов и *Ericaria crinita*, *Gongolaria barbata* наиболее высока на глубине 1–5 м (табл. 2). Самые густые заросли водорослей и, входящих в их состав, видов «цистозир» зарегистрированы на участке 4 на глубине 3–5 м, где запас их фитомассы достигает (82,9 и 55,5 т·га⁻¹ соответственно). Наибольшие скопления *Phyllophora crispa* зафиксированы на участке 3, а наименьшие – на участке 1 (табл. 2). Запас фитомассы этого вида на глубине 3–10 м по участкам изменяется от 0,1 до 1,9 т·га⁻¹.

Донная растительность на глубине 10–15 м зарегистрирована только на участках 3 и 4 (табл. 2). Ресурсный потенциал макрофитобентоса на этих глубинах относительно низкий, при этом запас фитомассы макрофитов, *Ericaria crinita*, *Gongolaria barbata* и *Phyllophora crispa* на участке 4 вдвое выше, чем на участке 3 (табл. 2).

Распределение запасов по глубинам в акватории памятника природы

Известно, что с увеличением глубины степень освещённости снижается, что приводит к батиметрическому изменению состава альгофлоры и уменьшению продукционного потенциала макрофитобентоса из-за снижения фотосинтезирующей деятельности светолюбивых видов. В целом, анализ распределения макрофитобентоса по глубинам показал, что в акватории памятника природы «ПАК у мыса Фиолент» общие запасы макрофитов достигают 3716,0 т. Их величина возрастает более чем втрое при увеличении глубины от 0,5 до 10 м, при дальнейшем повышении глубины – этот показатель снижается почти в 3 раза (табл. 3). В среднем, на 1 га произрастает 38,7 т макрофитов. Максимальный запас их фитомассы отмечен на глубине 3–5 м, а минимальный – на глубине 10–15 м, который ниже почти в 4 раза (табл. 3).

Запасы *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* оцениваются в 2522,6 т. Характерно, что на глубине 3–10 м сосредоточено 62% их запасов, рассчитанных для акватории памятника природы (табл. 3). Наибольший запас фитомассы «цистозир» зарегистрирован на глубине 1–3 м (41,4 т·га⁻¹), тогда как на глубине 10–15 этот показатель не превышает 11,9 т·га⁻¹. В направлении от верхней к нижней сублиторальной зоне (глубины 0,5–10 м) вклад *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* достаточно высокий, незначительно снижается с 79 до 64 %. На глубине 10–15 м доля этих видов вновь возрастает, что, вероятно, связано со сравнительно высокой прозрачностью воды в этом интервале глубин и наличием твёрдого субстрата (табл. 3). Согласно сведениям ряда авторов, изучаемая акватория относительно чистая, её очищение, аэрацию и приток биогенов с глубинных горизонтов обеспечивают сезонные, суточные перемещения водных масс и сгонно-нагонные явления (Ациховская, Субботин, 2000).

Запасы *Phyllophora crispa* не превышают 87,6 т. Массовые скопления этого вида обнаружены на глубине от 5 до 15 м, где зафиксировано 94 % его запасов, рассчитанных для

памятника природы (табл. 3). Вблизи нижней границы фитали при увеличении глубины от 5 до 15 м вклад филлофоры в структуру общих запасов макрофитов возрастает с 4 до 7 %. Сходным образом изменяется запас её фитомассы, который при повышении глубины от 3 до 10 м увеличивается в 5 раз (с 0,3 до 17,3 т·га⁻¹), тогда как на глубине 10–15 м этот показатель незначительно снижается (табл. 3).

Таблица 3

Запасы фитомассы макрофитов и входящих в их состав доминирующих видов водорослей в акватории памятника природы «Прибрежный аквальный комплекс у мыса Фиолент» в летний период 2021 года

Глубина, м	Площадь, га	Запасы макрофитов, т	Запас фитомассы макрофитов, т·га ⁻¹	<i>Ericaria crinita</i> и <i>Gongolaria barbata</i>			<i>Phyllophora crispa</i>		
				Запасы, т	Доля в запасах, %	Запас фитомассы, т·га ⁻¹	Запасы, т	Доля в запасах, %	Запас фитомассы, т·га ⁻¹
0,5–1	8,75	406,4	46,4	329,1	79	36,5	0	0	0
1–3	6,57	396,8	60,4	271,8	68	41,4	0,2	0	0
3–5	18,53	1180,0	63,7	750,4	64	40,5	5,2	0	0,3
5–10	31,94	1271,0	39,8	812,6	64	25,4	47,8	4	1,5
10–15	30,16	461,8	15,3	358,7	78	11,9	34,4	7	1,1

Таким образом, анализ полученных материалов показал, что акватория памятника природы «ПАК у мыса Фиолент» характеризуется высокими продукционными показателями макрофитобентоса, в составе которого наиболее весомый вклад вносят *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata*. Ранее в работе Н.А. Мильчаковой с соавторами (2019) в этом районе также была отмечена значительная доля этих видов в структуре сообщества (Мильчакова и др., 2019). Известно, что *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* на крымском побережье имеют охраняемый статус и внесены в Красную книгу (КК) Республики Крым (РК) (Красная книга..., 2015) и КК Чёрного моря (1999). Характерно, что биотопы, где произрастают эти виды (А3.34), также имеют высокий международный охраняемый статус (BLSA3.34, EN) (Annex 1, European Red List of Habitat). Согласно расчётам, приведённым в статье Н. А. Мильчаковой с коллегами (2019), площадь биотопа, которую занимают «цистозирры» в районе «ПАК у мыса Фиолент», достигает 65,8 га (Мильчакова и др., 2019), что составляет соответственно около 70 % обследованной нами акватории.

Phyllophora crispa внесена в КК Российской Федерации (Красная книга..., 2008), КК РК (Красная книга..., 2015) и КК Севастополя (Красная книга..., 2018). В современных условиях в Чёрном море отмечается ухудшение состояния глубоководной растительности, которое, в основном, связано со снижением прозрачности воды, вследствие увеличения степени эвтрофирования водной среды (Мильчакова и др., 2019; Pankeeva, Mironova, 2019; Mironova, Pankeeva, 2021). В результате этого, зона активного фотосинтеза оказалась ближе к берегу, что вызвало подъём нижней границы произрастания многих водорослей, в том числе и филлофоры. Местообитание *Phyllophora crispa* (A5.xu), согласно Европейского списка, относится к категории – недостаточно данных (DD). Однако, выраженные негативные изменения и деградация макрофитобентоса в нижней сублиторальной зоне предполагают присвоение этому биотопу также высокого статуса охраны, поскольку охраняемые морские местообитания могут рассматриваться как природные эталоны, в пределах которых сохраняется весь биоценотический комплекс с характерной таксономической структурой (Galdenzi et al., 2012; Rodríguez et al., 2012; Izco, 2015; Keith et al., 2015).

Характерно, что исследуемая акватория памятника природы, в целом, отличается высокой степенью сохранности всего разнообразия донной растительности. Это подтверждается в статье И. К. Евстигнеевой и И. Н. Танковской (2023), которые указывают, что в настоящее время в этом районе в составе макрофитобентоса обнаружено 52 вида, из них Chlorophyta (10), Ochrophyta (12) и Rhodophyta (30), при этом 13 видов имеют природоохранный статус (Евстигнеева, Танковская, 2023).

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что изучаемая охраняемая акватория «ПАК у мыса Фиолент» играет важную роль в сохранении и охране растительного покрова в прибрежной зоне юго-западной части Гераклеийского полуострова, являясь своеобразным резерватом эрикариево-гонголариевого («цистозирового») и филлофорового сообществ.

ВЫВОДЫ

1. На основе проведённых исследований в акватории памятника природы «ПАК у мыса Фиолент» дана оценка ресурсов донной растительности, показано распространение макрофитов и, входящих в их состав, доминирующих видов водорослей по глубинам и участкам. Выявлено, что вдоль всего побережья изучаемого памятника природы на распределение запаса фитомассы макрофитов, *Ericaria crinita*, *Gongolaria barbata* и *Phyllophora crispa* оказывают влияние глубина и литологический состав донных отложений.

2. Установлено, что на глубине 0,5–1 м запас фитомассы макрофитов и *Ericaria crinita*, *Gongolaria barbata* на участках 2 и 3 выше (48,9–51,5 и 40,3–42,5 т·га⁻¹ соответственно), чем эти показатели на участках 1 и 4 (38,6–43,9 и 25,5–29,8 т·га⁻¹ соответственно), что связано с составом и структурой донного субстрата.

3. Ресурсная составляющая макрофитов и *Ericaria crinita*, *Gongolaria barbata* на всех участках наиболее высока на глубине 1–5 м, при увеличении глубины с 5 до 10 м эти показатели снижаются, при этом максимальные величины отмечены на участке 4, а минимальные – на участке 2. Наибольшие скопления *Phyllophora crispa* зафиксированы на участке 3, а наименьшие – на участке 1. Запас фитомассы этого вида на глубине 3–10 м по участкам изменяется от 0,1 до 1,9 т·га⁻¹.

4. Сравнительный анализ распределения донной растительности в прибрежной зоне показал, что запас фитомассы макрофитов наиболее высок в верхней и средней сублитеральной зоне (0,5–5 м) и варьирует от 46,4 до 63,7 т·га⁻¹. В нижней сублитеральной зоне (5–15 м) показатель этой величины снижается и колеблется от 39,8 до 15,3 т·га⁻¹.

5. Запас фитомассы *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* в верхней и средней сублитеральной зоне изменяется в узком интервале от 36,5 до 41,4 т·га⁻¹, а в нижней – уменьшается и варьирует от 25,5 до 11,9 т·га⁻¹. Доля «цистозир» в запасах макрофитов при увеличении глубины от 0,5 до 10 м снижается от 79 до 64 %.

6. Запас фитомассы *Phyllophora crispa* на глубине 3–15 м изменяется от 0,3 до 1,5 т·га⁻¹, при этом минимальное значение этого показателя отмечено на глубине 3–5 м, а максимальное – на глубине 5–10 м. Доля филлофоры в этом диапазоне глубин колеблется от 0 до 7 % общих запасов макрофитов.

7. По расчётным данным в прибрежной зоне «ПАК у мыса Фиолент», площадью около 96 га, общие запасы макрофитов оцениваются в 3716,0 т, из которых 2522,6 т приходится на *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* и 87,6 т – на *Phyllophora crispa*, что составляет 68 и 2 % соответственно. В среднем, на 1 га исследуемого побережья сосредоточено 38,7 т макрофитов, в том числе, 26,3 т «цистозир» и 0,9 т филлофоры.

8. Анализ полученных материалов показал, что акватория памятника природы «ПАК у мыса Фиолент» характеризуется высокими продукционными показателями макрофитов и значительными запасами *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata*. Таким образом, изучаемая охраняемая акватория играет важную роль в сохранении и охране растительного покрова в прибрежной зоне юго-западной части Гераклеийского полуострова.

Благодарности. Авторы выражают искреннюю благодарность сотрудникам отдела биотехнологий и фиторесурсов канд. биол. наук, с.н.с. И. К. Евстигнеевой, м.н.с. И. Н. Танковской за совместную работу по сбору и обработке первичного материала, а также И. Ю. Тамойкину за отбор глубоководных альгологических проб.

Работа выполнена в рамках госзадания ФИЦ ИнБЮМ по теме «Исследование механизмов управления продукционными процессами в биотехнологических комплексах с целью разработки научных основ получения биологически активных веществ и технических продуктов морского генезиса» (гос. рег. № 121030300149-0).

Список литературы

- Ациховская Ж. М., Субботин А. А. Динамика вод Балаклавской бухты и прилегающей акватории Чёрного моря // Экология моря. – 2000. – Вып. 50. – С. 5–8.
- Блинова Е. И., Пронина О. А., Штрик В. А. Методические рекомендации по учёту запасов промысловых морских водорослей прибрежной зоны // Изучение экосистем рыбохозяйственных водоемов, сбор и обработка данных о водных биологических ресурсах, техника и технология их добычи и переработки. – М.: Труды ВНИРО, 2005. – Вып. 3. – С. 80–127.
- Евстигнеева И. К., Танковская И. Н. Гидрботанические исследования охраняемой акватории западного Крыма (Чёрное море) // Фиторазнообразие Восточной Европы. – 2021. – Т. 15, № 4. – С. 16–33. doi.org/10.24412/2072-8816-2021-15-4-16-33
- Евстигнеева И. К., Танковская И. Н. Таксономический анализ макрофитобентоса акватории памятника природы «Прибрежный аквальный комплекс у мыса Фиолент» (Чёрное море) // Вестник Пермского ун-та. Серия Биология. – 2023. – Вып. 2. – С. 179–194.
- Евстигнеева И. К., Танковская И. Н., Евстигнеев В. П. Макрофитобентос памятника природы регионального значения «Прибрежный аквальный комплекс у Херсонеса Таврического» // Экосистемы. – 2022. – Вып. 30. – С. 22–37.
- Зинова А. Д. Определитель зелёных, бурых и красных водорослей южных морей СССР. – Л.: Наука, 1967. – 397 с.
- Калугина-Гутник А. А. Исследование донной растительности Чёрного моря с применением лёгководолазной техники // Морские подводные исследования. М.: Наука, 1969. – С. 105–113.
- Красная книга Республики Крым. Растения, водоросли и грибы / [Отв. ред. А. В. Ена, А. В. Фатерыга]. – Симферополь: ООО «ИТ «АРИАЛ», 2015 – 478 с.
- Красная книга Российской Федерации: (растения и грибы) [Отв. ред.: Л. В. Бардунов, В. С. Новиков] – Москва: Т-во науч. изд. КМК, 2008. – 885 с.
- Красная книга города Севастополя [Отв. ред.: И. В. Довгаль, В. В. Корженевский] – Калининград; Севастополь: РОСТ-ДОАФК, 2018. – 432 с.
- Мильчакова Н. А., Александров В. В., Рябогина В. Г. Состояние ключевых фитоценозов морских охраняемых акваторий и проблемы их сохранения (юго-западный Крым, Чёрное море) // Сборник ГНБС. – 2019. – Т. 149. – С. 113–123.
- Миронова Н. В., Панкеева Т. В. Распределение запасов макрофитов в акватории памятника природы «Прибрежный аквальный комплекс у Херсонеса Таврического» // Экосистемы. – 2023а. – № 33. – С. 88–96.
- Миронова Н. В., Панкеева Т. В. Запасы макрофитов в акватории памятника природы «ПАК у мыса Лукулл» // Труды Карадагской научной станции им. Т.И. Вяземского – природного заповедника РАН. – 2023б. (в печати)
- Особо охраняемые природные территории Севастополя / Гл. упр. природ. ресурсов и экологии г. Севастополя. [Отв. ред.: Е. И. Голубева]. – Симферополь: Ариал, 2020. – 140 с.
- Alexandrov V. V., Milchakova N. A. 2022. Do protected areas influence populations of the threatened red alga *Phyllophora crispa* along the southwestern coast of Crimea (the Black Sea) // Nature Conservation Research. Заповедная наука. – 2022. – Т. 7, № 4. – С. 70–83. doi.org/10.24189/ncr.2022.037
- Black Sea Red Data Book / Ed. by H. J. Dumont. New York: UNOPS, 1999. – 413 p.
- Galdenzi D., Pesaresi S., Casavecchia S., Zivkovic L., Biondi E. The phytosociological and syndynamical mapping for the identification of High Nature Value Farmland // Plant Sociology. – 2012. – Vol. 49 (2). – P. 59–69. doi.org/10.7338/pls2012492/04
- Guiry M. D., Guiry G. M. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. URL. – 2023. www.algaebase.org (date accessed: 21.08.2023).
- Izco J. Risk of extinction of plant communities: Risk and assessment categories // Plant Biosystems. – 2015. – Vol. 149, iss. 3. – P. 589–602. doi.org/10.1080/11263504.2014.1000998
- Keith D. A., Rodríguez J. P., Brooks T. M., Burgman M. A., Barrow E. G., Bland L., Comer P. J., Franklin J., Link J., McCarthy M. A., Miller R. M., Murray N. J., Nel J., Nicholson E., Oliveira-Miranda M. A., Regan T. J., Rodríguez-Clark K. M., Rouget M., Spalding M. D. The IUCN Red List of Ecosystems: Motivations, Challenges and Applications // Conservation Letters. – 2015. – N 8. – P. 214–226. doi.org/10.1111/conl.12167

Mironova N. V., Pankeeva T. V. Spatiotemporal Changes in the Macrophytobenthos in the Coastal Zone of Karanskii Nature and Landscape Reserve (Sevastopol, Black Sea) // *Biology Bulletin*. – 2021. – Vol. 48, N 10. – P. 1941–1949. doi. org/10.1134/S1062359021100320

Pankeeva T. V., Mironova N. V. Spatiotemporal Changes in the Macrophytobenthos of Laspi Bay (Crimea, Black Sea) // *Oceanology*. – 2019. – Vol. 59, iss. 1. – P. 86–98. doi. org/10.1134/S0001437019010168.

Rodríguez J. P., Rodríguez K. M., Keith D. A., Barrow E. G., Benson J., Nicholson E., Wit P. IUCN Red List of Ecosystems // *S. A. P. I. EN. S.* – 2012. – Vol. 5, N 2. – P. 61–70. //journals.openedition.org/sapiens/1286

Mironova N. V., Pankeeva T. V. Stocks of macrophyte in the natural monument «Coastal aquatic complex at cape Fiolent» // *Ekosistemy*. 2023. Iss. 36. P. 171–180.

As a result of the conducted research in the water area of the “Coastal aquatic complex at Cape Fiolent” natural monument the stocks of bottom vegetation were assessed, the distribution of macrophytobenthos and the dominant algae species included in them by depths and sections was analyzed. It was revealed that along the whole coastal area of the natural monument the distribution of phytomass of macrophytes, *Ericaria crinita*, *Gongolaria barbata* and *Phyllophora crispa* was influenced by the depth and lithological composition of bottom sediments. It was found that at the depth of 0.5–1 m, the phytomass of macrophytes, *Ericaria crinita*, *Gongolaria barbata* at the sites where boulders – a favorable substrate for attachment of macroalgae – prevail, was higher than these indicators at the sites where mobile fossilized boulders were abundant. At all sites, their resource component was highest at depths of 1–5 m, while the largest accumulations of *Phyllophora crispa* were recorded at depths of 5–10 m. The contribution of “*Cystoseira*” to the total macrophyte stocks decreased from 79 to 64 % with the increase of depth from 0.5 to 10 m, and the proportion of *Phyllophora* in the 0.5–15 m depth range fluctuated from 0 to 7 % of total macrophyte stocks. According to the calculated data, the total reserves of macrophytes were estimated as 3716.0 tons, of which *Ericaria crinita* and *Gongolaria barbata* made almost 2522.6 tons and *Phyllophora crispa* accounted for 87.6 tons (68 and 2 %, respectively). On average, the macrophyte concentration of the studied coastal area was 38.7 tons (including 26.3 t of *Cystosira* and 0.9 t of *Phyllophora crispa*) per one ha. The analysis of the obtained materials showed that the water area of the natural monument was characterized by high productive indices of macrophytes and significant stocks of *Ericaria crinita* and *Gongolaria barbata*. It was found that the natural monument played an important role in the conservation and protection of the bottom vegetation in the coastal zone of the southwestern part of the Heracles Peninsula, being a peculiar reserve of *Ericaria crinita* and *Gongolaria barbata* community.

Key words: macrophytobenthos, protected areas, resources, *Ericaria crinita*, *Gongolaria barbata*, *Phyllophora crispa*, Black Sea.

Поступила в редакцию 10.09.23
Принята к печати 06.10.23