

УДК 581.526.323:58.006(262.5)

Пространственное распределение макрофитобентоса с учетом ландшафтной структуры юго-западной части региона Севастополя

Миронова Н. В., Панкеева Т. В.

*Институт морских биологических исследований им. А. О. Ковалевского РАН
Севастополь, Россия
tatyapananeeva@yandex.ru, dr.nataliya.mironova@yandex.ru*

На основе ландшафтного подхода изучено пространственное распределение макрофитобентоса в прибрежной зоне юго-западной части региона Севастополя (мыс Балаклавский – мыс Айя). Составлена ландшафтная карта побережья, выделено 7 донных природных комплексов (ДПК). Показано, что на формирование ландшафтной структуры оказывают влияние геолого-геоморфологические особенности береговой зоны. Для каждого ДПК рассчитан запас фитомассы макрофитобентоса и доминирующих видов водорослей. Для исследуемой акватории характерны значительный ресурсный потенциал донной растительности и высокая доля охраняемых краснокнижных видов макрофитов. С целью рационального природопользования прибрежной зоны предложено включить в резервную сеть перспективных для последующего заповедания территорий участок от мыса Балаклавский до урочища Инжир, создав ботанический заказник «Спилия», либо ввести его в состав природного заказника регионального значения «Мыс Айя».

Ключевые слова: ландшафт, донные природные комплексы, запас фитомассы макрофитов, цистозирры и филлофоры, Черное море.

ВВЕДЕНИЕ

Макрофитобентос является функционально важным звеном прибрежных экосистем, который выполняет средообразующую роль, участвует в самоочищении и аэрации водных масс, имеет высокий продукционный потенциал. Активизация хозяйственной деятельности, интенсивное освоение ресурсов шельфа, увеличение транспортных потоков и рекреационной нагрузки на черноморское побережье привело к ухудшению экологического состояния акватории, что вызвало негативные изменения количественных и качественных характеристик макрофитов, резкое сокращение их запасов (Мильчакова, 2003, 2011; Миронова, 2007; Миронова, Панкеева, 2016 и др.). В связи с этим приобретает актуальность разработка научно обоснованных рекомендаций, направленных на сохранение и восстановление ресурсов донной растительности. Одной из составных частей рационального природопользования морских биологических ресурсов является изучение донных природных комплексов (ДПК), что характерно для ландшафтного подхода (Петров, 1989; Папунов, 2008; Панкеева, Миронова, 2017 и др.). ДПК представляют относительно однородные участки дна, характеризующиеся единством взаимосвязанных компонентов: литогенной основы (донных осадков в пределах активного слоя или поверхности коренной породы), придонной водной массы и населяющих их морских организмов, при этом важнейшим ландшафтнообразующим фактором ДПК является макрофитобентос (Папунов, 2008). Согласно мнению К. М. Петрова (1989), макрофиты являются индикатором своеобразия морфологических комплексов горизонтального расчленения подводных ландшафтов. Применение ландшафтного подхода к изучению донной растительности дает возможность отразить региональные закономерности их пространственного распространения, выработать принципы рационального природопользования в прибрежной зоне.

Цель исследований – изучение пространственного распределения макрофитобентоса и оценка запасов ключевых видов макрофитов с учетом ландшафтной структуры на примере прибрежной зоны юго-западной части Крыма (мыс Балаклавский – мыс Айя).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В качестве модельного полигона выбран район прибрежной зоны от мыса Балаклавский до мыса Айя, расположенный в юго-западной части Крымского полуострова, который имеет высокую природоохранную ценность и отличается обилием уникальных местообитаний макрофитобентоса (рис. 1). Длина его береговой линии – свыше 9 км. Из-за труднодоступности исследуемого района хозяйственная деятельность здесь ограничена, представлено лишь лесохозяйственное и рекреационное природопользование, что обеспечивает высокую сохранность побережья и прибрежья. В составе донной растительности обильно встречаются виды макрофитов, входящие в списки Красной книги РФ (2008): *Phyllophora crispa* (Huds.) P. S. Dixon = *Ph. nervosa* (DC) Grev. и *Stilophora tenella* (Esper) P. C. Silva, Красной книги Крыма (2016): *Cystoseira crinita* (Desf.) Bory, *C. barbata* C. Ag., *Ph. crispa*, *Nereia filiformis* (J. Ag.) Zanard. и *Zanardinia typus* (Nardo) P. C. Silva. С целью охраны морской акватории на участке от урочища Инжир до мыса Айя создан государственный природный заказник (ГПЗ) регионального значения «Мыс Айя» (рис. 1).

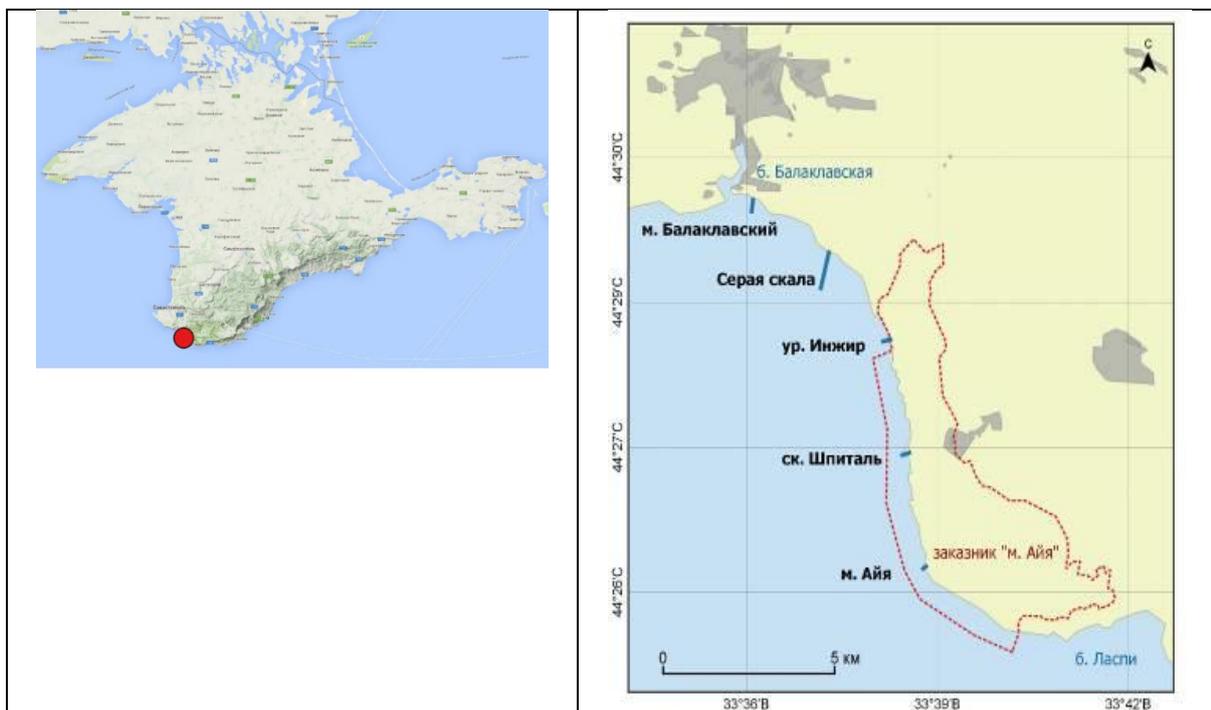


Рис.1. Карта-схема района работ и расположения трансект (мыс Балаклавский – мыс Айя)

Красным пунктиром обозначена граница ГПЗ «Мыс Айя».

Сведения о составе, распределении и запасах донной растительности этого района малочисленны. Впервые гидрботаническая и гидролого-гидрохимическая съемки акватории из-за размещения военных баз были проведены лишь в 1992 году (Ковардаков и др., 2004). Авторами изучена структура цистозирового фитоценоза, оценена роль макрофитов в поддержании качества морской среды, рассчитаны их потенциальная способность изъятия из воды биогенных элементов и насыщение ее кислородом, проведен химический анализ морской воды, определен гидрологический режим прибрежья. Береговая линия изучаемого района отличается своеобразной конфигурацией, что создает

благоприятные условия для формирования вдольбереговых течений и прибрежного локального апвеллинга. В связи с активным перемешиванием воды загрязнение сточными водами отмечено локально лишь в районе выхода коллектора, расположенного у мыса Балаклавский (Ковардаков и др., 2004).

В летний период 2015 года была проведена следующая гидробиотическая съемка в прибрежной зоне от мыса Балаклавский до мыса Айя. Основной объем материала собран водолазным способом с борта маломерного судна. В акватории заложено 5 профилей-трансект, которые были расположены перпендикулярно к берегу и охватывали все типы ландшафтов (рис. 1, табл. 1). На стандартных глубинах (0,5; 1; 3; 5; 10; 15; 20 и 25 м), используемых при гидробиотических исследованиях (Калугина-Гутник, 1975), дайвер визуально описывал донные отложения, пользуясь классификацией морских обломочных осадков по гранулометрическому составу, разработанной П. Л. Безруковым и А. П. Лисициным (1960). При изучении состава и структуры донных фитоценозов на этих глубинах закладывали по четыре учетные площадки размером 25×25, при этом определяли проективное покрытие дна макрофитами, учитывали их биомассу и численность. Всего заложена 31 станция, собрано и обработано 124 количественных и качественных проб. Выделение фитоценозов проводили согласно доминантной классификации по А. А. Калугиной-Гутник (1975). Оценку ресурсов донной растительности проводили по стандартной методике, используемой в морских фитоценологических исследованиях (Левин, 1994). Для детализации ландшафтной карты дополнительно выполнены еще 4 ландшафтных профиля с охватом глубин от 0,5 до 40 м (табл. 1). Их длина варьировала в зависимости от особенностей геолого-геоморфологического строения подводного рельефа и нижней границы обитания донной растительности. На всех выполненных профилях-трансектах дайвер, снабженный дайв-компьютером, отмечал глубину смены ландшафта, нижнюю границу фитали, при этом выполняя фото- и видеосъемку.

Таблица 1

Координаты профилей-трансект, диапазон глубин и ширина фитали района исследования

Профили-трансекты	Координаты	Диапазон глубин, м	Ширина фитали, м
Гидробиотические и ландшафтные профили			
мыс Балаклавский	44°29.610' N 033°36.069' E	0,5–20	278
Серая скала	44°29.025' N 033°37.293' E	0,5–15	295
урочище Инжир	44°28.205' N 033°38.228' E	0,5–15	117
скала Шпиталь	44°26.947' N 033°38.543' E	0,5–15	103
мыс Айя	44°25.635' N 033°38.963 E	0,5–15	26
Ландшафтные профили			
Дальний Инжир (скала Калафатла)	44°27.799' N 033°38.353' E	0,5–15	–
урочище Казан-Дере	44°26.732' N 033°38.575' E	0,5–30	–
скала Носорог	44°26.581' N 033°38.557' E	10–45	–
урочище Затерянный мир	44°25.592' N 033°39.043 E	0,5–18	–

Примечание к таблице. Прочерк – отсутствие данных.

Информацию о донных компонентах, полученную в ходе описания водолазами, оформляли графически в виде ландшафтных профилей. В основе ландшафтного профиля лежит батиметрическая кривая, составленная в результате предварительного анализа навигационной карты и водолазного промера. На батиметрической кривой различными условными обозначениями отражали литофациальные разности донных осадков и массовые виды макрофитов (Игнатов и др., 1982; Блинова и др., 2005). В дальнейшем выделены однотипные участки морского дна, приуроченные к одной мезоформе рельефа, имеющие

одинаковые по происхождению и составу слагающие горные породы и характерные фитоценозы. При описании природных особенностей подводного рельефа использовали интерпретационные таблицы, прилагаемые к профилю.

Ландшафтное картирование акватории осуществляли на основе составленных профилей и интерпретационных таблиц. Для создания ландшафтной карты использовали программный пакет QGIS 2.14.18 и электронную основу навигационной карты. Географическую привязку границ ДПК и определение их площади осуществляли с помощью программы QGIS. Сопряженный анализ карт литологического состава и батиграфической, сведений водолазных съемок позволил провести экстраполяцию участков дна со сходными параметрами для выделения границ ДПК. Результаты обобщения исследований отражены на ландшафтной карте прибрежной зоны мыс Балаклавский – мыс Айя. На основе ландшафтной карты изучены пространственные изменения состава и структуры макрофитобентоса, проведена оценка запасов донной растительности и доминирующих видов водорослей.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В ландшафтной структуре прибрежной зоны юго-западной части региона Севастополя (мыс Балаклавский – мыс Айя) выделено семь типов ДПК с участием ключевых видов макрофитов: цистозиры и филлофоры (рис. 2).

1. Валунно-глыбовый бенч с преобладанием видов цистозиры и мозаичным произрастанием диктиоты ленточной и падьины павлиньей. ДПК представлен фрагментарно вдоль всего побережья, приурочен к микроамфитеатральным эрозионно-тектоническим структурам береговой зоны с «карманными пляжами», встречается на глубине 0,5–1 м. Его суммарная площадь составляет 0,8 га. Здесь зарегистрированы фитоценозы *Cystoseira crinita*+*C. barbata*–*Cladostephus spongiosus*–*Ellisolandia elongata* [= *Corallina mediterranea*] и *Dictyota fasciola*+*Padina pavonica*. Вклад видов цистозиры достигает 85 % общих запасов. Для этого типа ДПК отмечен максимальный запас фитомассы макрофитов и цистозиры (табл. 2), тогда как эти величины для видов диктиоты и падьины крайне низкие и не превышают 0,003 т·га⁻¹.

2. Глыбово-валунный бенч с преобладанием цистозиры косматой и ульвы жесткой. ДПК расположен в районе мыса Балаклавский на глубине от 0,5 до 1 м. Его площадь невелика (табл. 2). Здесь зарегистрирован фитоценоз *Cystoseira crinita* – *Ulva rigida*. Вклад цистозиры и ульвы составляет 81 и 17 % общих запасов соответственно. На этом типе ДПК запас фитомассы макрофитов и цистозиры в 1,4 раза ниже, чем эти показатели на предыдущем ДПК (табл. 2), при этом запас фитомассы ульвы составляет 7,6 т·га⁻¹.

3. Подводный береговой абразионный склон, сложенный глыбово-валунными отложениями, с преобладанием цистозиры бородатой и ульвы жесткой. ДПК отмечен в районе мыса Балаклавский на глубине 1–3 м (табл. 2). Подводный склон приглубый. Здесь зарегистрирован фитоценоз *Cystoseira barbata* – *Ulva rigida*. Вклад цистозиры и ульвы составляет 68 и 27 % общих запасов соответственно. Величина запаса фитомассы макрофитов соизмерима, а цистозиры – в 1,3 раза ниже, чем эти показатели на предыдущем ДПК (табл. 2). Запас фитомассы ульвы достигает 11,2 т·га⁻¹.

4. Подводный береговой абразионный склон, сложенный псефитовыми отложениями, с преобладанием видов цистозиры. ДПК имеет широтное простирание вдоль всей береговой линии на глубине от 0,5 до (5)10 м, за исключением района мыса Балаклавский (глубина 0,5–3 м) и отдельных фрагментарных участков побережья (глубина 0,5–1 м). Подводный склон приглубый. Доля площади этого ДПК достигает 32 % общей площади акватории (табл. 2). Здесь зарегистрирован фитоценоз *Cystoseira crinita* + *C. barbata* – *Cladostephus spongiosus* – *Ellisolandia elongata*. Вклад видов цистозиры составляет 67 % общих запасов. Запас фитомассы макрофитов и видов цистозиры в 1,2 раза ниже, чем эти показатели в предыдущем ДПК. Запас фитомассы филлофоры минимальный (табл. 2).



1	Валунно-глыбовый бенч с преобладанием видов цистозеры и мозаичным произрастанием диктиоты ленточной и падины павлиньей	Yellow
2	Глыбово-валунный бенч с преобладанием цистозеры косматой и ульвы жесткой	Purple
3	Подводный береговой абразионный склон, сложенный глыбово-валунными отложениями, с преобладанием цистозеры бородатой и ульвы жесткой	Cyan
4	Подводный береговой абразионный склон, сложенный псефитовыми отложениями, с преобладанием видов цистозеры	Orange
5	Подводный береговой абразионный склон, сложенный псефитовыми отложениями, с доминированием видов цистозеры и с чередованием галечно-гравийных отложений с битой ракушей, где преобладает филлофора курчавая	Magenta
6	Слабонаклоненная аккумулятивная равнина, сложенная гравийно-песчаными отложениями с битой ракушей, с преобладанием филлофоры курчавой	Red
7	Слабонаклоненная аккумулятивная равнина, сложенная гравийно-щебнистыми (неокатанными) отложениями с битой ракушей, с преобладанием нерей нитевидной, занардинии типичной, кодиума червеобразного и видов антитамниума	Dark Blue

Рис. 2. Карта-схема ландшафтной структуры побережья мыс Балаклавский – мыс Айя

Таблица 2

Распределение запасов макрофитов и доминирующих видов водорослей в донных природных комплексах прибрежной зоны мыс Балаклавский – мыс Айя

ДПК	Глубина, м	Площадь, га	Запас фитомассы, т·га ⁻¹		
			макрофитов	видов цистозеры	филлофоры
1	0,5–1	0,8	61,3	52,2	0
2	0,5–1	0,1	44,7	36,2	0
3	1–3	0,5	41,2	28,2	0
4	0,5–5(10)	47,6	34,8	23,2	1,3
5	5(10)–15	73,9	21,9	11,5	2,4
6	15–20	25,2	26,9	5,2	9,6
7	15–35	–	0,06	0	0

Примечание к таблице. Нумерация и описание ДПК соответствуют сведениям, представленным в тексте и на рисунке 2. Прочерк – отсутствие данных.

5. Подводный береговой абразионный склон, сложенный псефитовыми отложениями, с доминированием видов цистозеры и с чередованием галечно-гравийных отложений с битой ракушей, где преобладает филлофора курчавая. ДПК имеет широтное простираие вдоль береговой линии на глубине 5(10)–15 м, за исключением участка от скалы Шпиталь до мыса Айя. Подводный склон крутой, характерно чередование отдельно стоящих глыб, диаметром до 10 м, с участками, сложенными галечно-гравийными отложениями. Площадь ДПК достигает половину общей площади акватории (табл. 2). Характерно, что 85 % площади этого ДПК сосредоточено на участке мыс Балаклавский – урочище Инжир. Здесь зарегистрированы фитоценозы *Cystoseira crinita* + *C. barbata* – *Cladostephus spongiosus* – *Ellisolandia elongata* и (*Cystoseira barbata*) – *Phyllophora crispa* – *Cladophora dalmatica*. Вклад видов цистозеры и филлофоры составляет 52 и 11 % общих запасов соответственно. Запас фитомассы макрофитов и цистозеры наименьший по сравнению с этими же показателями на предыдущих ДПК, при этом запас фитомассы филлофоры почти вдвое выше, чем эта величина на предыдущем ДПК (табл. 2).

6. Слабонаклоненная аккумулятивная равнина, сложенная гравийно-песчаными отложениями с битой ракушей, с преобладанием филлофоры курчавой. ДПК отмечен фрагментарно на глубине 15–20 м (табл. 2). Рельеф дна представляет выровненную слабонаклонную поверхность. Его суммарная площадь составляет 25,2 га, при этом 96 % площади этого ДПК сосредоточено на участке мыс Балаклавский – урочище Инжир. Остальная площадь ДПК приходится на район мыс Айя. Зарегистрирован фитоценоз *Phyllophora crispa*. Вклад видов цистозеры и филлофоры достигает 19 и 36 % общих запасов соответственно. Здесь отмечен максимальный запас фитомассы филлофоры и минимальный – цистозеры по сравнению с этими же показателями на других ДПК (табл. 2).

7. Слабонаклоненная аккумулятивная равнина, сложенная гравийно-щебнистыми (неокатанными) отложениями с битой ракушей, с преобладанием нерей нитевидной, занардинии типичной, кодиума червеобразного и видов антитамниума. ДПК характерен для участка урочище Инжир – мыс Айя, описан на глубине 15–35 м. В рельефе дна выражена выровненная равнина, где встречаются отдельно расположенные глыбы диаметром до 3 м. Здесь зарегистрирован фитоценоз *Nereia filiformis* + *Zanardinia typus* + *Codium vermilara*. Запас фитомассы макрофитов не превышает 0,06 т·га⁻¹ (табл. 2).

В целом, в прибрежной зоне юго-западной части региона Севастополя (мыс Балаклавский – мыс Айя) общие запасы макрофитобентоса оцениваются в 3775,6 т, из которых 2144,3 т приходится на виды цистозеры, 477,3 т – на филлофору. В среднем, на 1 га исследуемого побережья сосредоточено 25,5 т макрофитов, в том числе 14,5 т цистозеры и 3,2 т филлофоры. Вклад видов цистозеры составляет 57 %, филлофоры – 13 % общих запасов.

ОБСУЖДЕНИЕ

В Черном море сведения о составе и структуре макрофитобентоса, особенностях его распределения по глубинам, наиболее полные расчеты запасов средообразующих видов макрофитов приведены в начале 70-х годов прошлого века в монографической сводке А. А. Калугиной-Гутник (1975). В работе показано, что открытые берега крымского шельфа характеризуются доминированием поясного типа донной растительности. Автор, руководствуясь результатами сравнительного анализа имеющихся многолетних материалов и проведенными обобщениями описал литологические особенности дна и рассчитал в среднем глубины обитания основных фитоценозов Черного моря. Так, на глыбово-валунном субстрате и выходах коренных пород на глубине от 0,5 до 10 м распространены цистозировые фитоценозы, являющиеся ключевыми звеньями большинства прибрежных экосистем. Затем следует переходная полоса, где между валунами и глыбами встречаются участки с песчаными отложениями, на глубине 10–(15)18 м встречается цистозирово-филлофоровый фитоценоз. Следующий пояс представлен филлофоровым фитоценозом, который описан на гравийно-песчаных с битой ракушей отложениях на глубине 18–25 м.

Однако геолого-геоморфологическое строение дна нарушает поясное распределение фитоценозов, при этом ширина зарослей макрофитобентоса существенно варьирует в разных частях побережья Черного моря. Известно, что ведущую роль в распространении донной растительности по глубинам оказывают рельеф, литология пород и донных осадков подводного берегового склона. Так, на черноморском побережье Кавказа было показано изменение состава и структуры фитоценозов филлофоры и цистозиры и их биомассы в зависимости от разных форм рельефа грядового бенча (Рыбников, Лучина, 1998; Симакова, 2009, Вилкова, 2005). Авторами было отмечено, что рельеф дна опосредованно воздействует на распределение запасов донной растительности через изменения освещенности, гидродинамических условий, температурного и гидрохимического режимов. В то же время между строением подводного берегового склона и рельефом надводной части берега существует тесная взаимосвязь (Вилкова, 2005). Таким образом, рельеф береговой зоны может являться индикатором подводных ландшафтов и соответственно влиять на распространение макрофитов и их запасов в прибрежной зоне моря.

Побережье изучаемого региона Севастополя отличается сложным геолого-геоморфологическим строением надводной части берега, что оказывает существенное влияние на рельеф подводного берегового склона. В связи с этим выделенные типы ДПК с участием ключевых видов макрофитов имеют как широтное, так и фрагментарное распространение (рис. 2). В целом, для береговой зоны района от мыса Балаклавский до мыса Айя характерны абразионно-денудационные берега, преобладают крутые обрывистые клифовые склоны до высоты 300–500 м, отмечена высокая активность гравитационных процессов. На побережье выражен глыбовый бенч, подводный склон круто опускается на глубину 20–40 м, что приводит к резкому сужению фитали. Морфометрические особенности подводного склона варьируют и по участкам в зависимости от типа берега. Так, для абразионно-обвальных берегов (от мыса Балаклавский до урочища Инжир), выработанных в глинистых (аргелитовых) отложениях, подводный склон отличается незначительным уклоном, достигающим до глубины 13–15 м. Для абразионно-денудационных берегов (от урочища Инжир до скалы Шпиталь), выработанных в верхнеюрских известняках, подводный склон приглубый, типичны глыбовые навалы и резкий свал глубин от 10 до 25 м. Абразионно-денудационные берега малоизмененные морем находятся на участке от скалы Шпиталь до мыса Айя. Подводный склон крутой, осложненный навалом глыб с диаметром до 10 м, резкий свал глубин до 20–25 м.

В связи с этим для ДПК подводного берегового абразионного склона, сложенного псефитовыми отложениями, с преобладанием видов цистозиры запас фитомассы макрофитов и видов цистозиры значительно изменяется по участкам от 20,5 до 66,8 и от 13,7 до 51,1 т·га⁻¹ соответственно (табл. 3). Максимальные величины обоих показателей выявлены на участке Серая скала – урочище Инжир, где отмечен широкий, пологий склон с

выраженными подводными грядами, а минимальные – для участка от скалы Шпиталь до мыса Айя, где зарегистрирован резкий свал глубин.

Таблица 3
Распределение запаса фитомассы макрофитов и доминирующих видов водорослей на подводном береговом абразионном склоне по участкам

Участок	Глубина, м	Площадь, га	Запас фитомассы, т·га ⁻¹		
			макрофитов	видов цистозиры	филлофоры
мыс Балаклавский – Серая скала	0,5–10	21,9	30,1	17,4	2,1
Серая скала – урочище Инжир	0,5–5	5,8	66,8	51,1	0,3
урочище Инжир – скала Шпиталь	0,5–10	16,0	32,9	23,2	0,8
скала Шпиталь – мыс Айя	0,5–5	3,9	20,5	13,7	0,4

Для ДПК подводного берегового абразионного склона, сложенного псефитовыми отложениями, с доминированием видов цистозиры и с чередованием галечно-гравийных отложений с битой ракушей, где преобладает филлофора курчавая, выявлено крайне неравномерное соотношение распределения запасов ключевых видов макрофитов (табл. 4). Так, на участках, где господствуют валунно-глыбовые отложения, доминируют виды цистозиры, при этом вклад филлофоры незначителен из-за приуроченности ее распространения к гравийно-песчаным донным осадкам с примесью битой ракуши. Например, на участке Серая скала – скала Шпиталь запас фитомассы цистозиры и ее вклад в общие запасы изменяются в пределах 8,0–13,8 т·га⁻¹ и 56–71 %, тогда как филлофоры – от 0,9 до 1,3 т·га⁻¹ и от 5 до 8 % соответственно. В то же время в районе мысов Балаклавский и Айя, где галечно-гравийные донные осадки преобладают над псефитовыми отложениями, эти показатели видов цистозиры и филлофоры колеблются в интервале 5,0–7,7 т·га⁻¹; 25–37 % и 5,6–9,9 т·га⁻¹; 27–50 % соответственно.

Таблица 4
Распределение запаса фитомассы макрофитов и доминирующих видов водорослей на подводном береговом абразионном склоне с чередованием галечно-гравийных отложений с битой ракушей по участкам

Участок	Глубина, м	Площадь, га	Запас фитомассы, т·га ⁻¹		
			макрофитов	видов цистозиры	филлофоры
мыс Балаклавский – Серая скала	10–15	16,4	21,0	7,7	5,6
Серая скала – урочище Инжир	5–13	46,5	24,6	13,8	1,3
урочище Инжир – скала Шпиталь	10–15	9,7	11,2	8,0	0,9
скала Шпиталь – мыс Айя	5–10	1,3	20,0	5,0	9,9

Изучаемая береговая зона сохраняет ландшафтные структуры, свойственные Южному берегу Крыма, где определяющим фактором рельефообразования побережья являются унаследованные дифференцированные тектонические движения.

Под воздействием этого фактора формируются участки побережья, приуроченные к микроамфитеатральным эрозионно-тектоническим структурам, где образуются «карманные пляжи», в вершине которых на глубине 0,5–1 м обильно представлены «чистые» заросли диктиоты и падины.

Однако, как показывают исследования, в настоящее время на состав и структуру донных фитоценозов, распределение запасов макрофитобентоса в границах фитали существенное влияние оказывают кризисные изменения морской среды и экологическое состояние береговой зоны, которая испытывает конфликтное природопользование (Панкеева, Миронова, 2016). Так, в районе мыса Балаклавский на глубине 0,5–3 м зарегистрированы ДПК, где на глыбово-валунном бенче и подводном береговом абразионном склоне, сложенном глыбово-валунными отложениями, доминирует, помимо видов цистозеры, ульва, что свидетельствует о повышенной степени загрязнения акватории, связанной со сбросом хозяйственно-бытовых стоков.

Пространственная структура ДПК может быть представлена в виде ландшафтной карты, которая отражает распределение макрофитобентоса по глубинам и позволяет провести учет их запасов. Таким образом, ландшафтные карты побережья могут служить информационной основой для принятия решений по рациональному природопользованию, а также использоваться при создании различных прикладных, оценочных, инвентаризационных, конструктивных и прогнозных карт, которые являются важным звеном для разработки проектов хозяйственного освоения береговой зоны Черного моря.

Для побережья региона Севастополя (мыс Балаклавский – мыс Айя) характерен высокий запас фитомассы макрофитов и ключевых видов водорослей. В связи с этим с целью рационального природопользования приморской и прибрежной зонами предлагаем включить в резервную сеть перспективных для последующего заповедания территорий участок от мыса Балаклавский до урочища Инжир, создав ботанический заказник «Спилия», либо ввести его в состав природного заказника регионального значения «Мыс Айя».

ВЫВОДЫ

Показано, что на формирование ландшафтной структуры прибрежной зоны юго-западной части региона Севастополя (мыс Балаклавский – мыс Айя) существенное влияние оказывает сложное геолого-геоморфологическое строение надводной и подводной части береговой зоны. В изучаемом районе тип берега, с одной стороны, является индикационным признаком особенностей рельефа и донных отложений подводного берегового склона, которому соответствуют характерные фитоценозы макрофитов, а с другой стороны, определяет распределение запасов донной растительности.

В ландшафтной структуре изучаемого побережья выделено семь типов ДПК, где основными, имеющими широтное простирание, наибольшие показатели площади и высокие значения запаса фитомассы макрофитобентоса, являются:

1) подводный береговой абразионный склон, сложенный псефитовыми отложениями, с преобладанием видов цистозеры (глубина 0,5–5(10) м). Запас фитомассы макрофитов, видов цистозеры и филлофоры составляет 34,8; 23,2 и 1,3 т·га⁻¹ соответственно. Его площадь превышает треть общей площади акватории;

2) подводный береговой абразионный склон, сложенный псефитовыми отложениями, с доминированием видов цистозеры и с чередованием галечно-гравийных донных осадков с битой ракушей, где преобладает филлофора курчавая (глубина 5(10)–15 м). Запас фитомассы макрофитов, видов цистозеры и филлофоры составляет 21,9; 11,5 и 2,4 т·га⁻¹ соответственно, при этом площадь ДПК достигает половины общей площади района;

3) слабонаклоненная аккумулятивная равнина, сложенная гравийно-песчаными отложениями с битой ракушей, с преобладанием филлофоры курчавой (глубина 15–20 м).

На этом ДПК зарегистрированы максимальный запас фитомассы филлофоры ($9,6 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$) и минимальный – цистозиры ($5,2 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$). Площадь ДПК составляет четверть общей площади акватории.

Благодарности. Авторы выражают благодарность сотрудникам лаборатории фиторесурсов отдела биотехнологий и фиторесурсов за помощь в обработке первичного материала.

Работа выполнена в рамках госзадания ФГБУН ИМБИ по теме «Закономерности формирования и антропогенная трансформация биоразнообразия и биоресурсов Азово-Черноморского бассейна и других районов Мирового океана» (гос. рег. № АААА-А18-118020890074-2).

Список литературы

- Безруков П. Л., Лисицин А. П. Классификация осадков современных морских водоемов // Труды Института океанологии АН СССР. – 1960. – Т. 32. – С. 3–14.
- Вилкова О. Ю. Роль рельефа береговой зоны в распределении макробентоса // Вестник Московского университета, 2005. – Сер. 5. – 8 с. – Деп. ВИНТИ № 1115 от 01.08.05.
- Игнатов Е. И., Митина Н. П., Папунов В. Г. Методика исследований донных комплексов мелководной части шельфа / Подводные гидробиологические исследования. – 1982. – С. 80–83.
- Игнатов Е. И., Орлова М. С., Санин А. Ю. Береговые морфосистемы Крыма. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2014. – 266 с.
- Калугина-Гутник А. А. Фитобентос Черного моря. – К.: Наукова думка, 1975. – 248 с.
- Ковардаков С. А., Ковригина Н. П., Измутьева М. А. Донный фитоценоз в акватории от мыса Балаклавского до мыса Айя и его вклад в процессы самоочищения // Сб. науч. трудов. «Системы контроля окружающей среды. Средства и мониторинг». – Севастополь, МГИ, 2004. – С. 250–257.
- Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / Министерство природных ресурсов и экологии РФ; Федеральная служба по надзору в сфере природопользования; РАН; Российское ботаническое общество; МГУ им. М. В. Ломоносова; Гл. редколл.: Ю. П. Трутнев и др.; Сост. Р. В. Камелин и др. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. – 885 с.
- Красная книга Республики Крым: растения, водоросли и грибы / Отв. ред. д. б. н. проф. А. В. Ена и к. б. н. А. В. Фатерыга. – Симферополь: ИТ «Ариал», 2016. – 408 с.
- Левин В. С. Промысловая биология морских донных беспозвоночных и водорослей. – СПб.: Изд-во ПКФ «ОЮ-92», 1994. – 240 с.
- Блинова Е. И., Пронина О. А., Штрик В. А. Методические рекомендации по учету запасов промысловых морских водорослей прибрежной зоны // Методы ландшафтных исследований и оценки запасов донных беспозвоночных и водорослей морской прибрежной зоны. Изучение экосистем рыбохозяйственных водоемов, сбор и обработка данных о водных биологических ресурсах, техника и технология их добычи и переработки. – М.: Изд-во ВНИРО, 2005. – Вып. 3. – С. 80–127.
- Мильчакова Н. А. Макрофитобентос. Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма (черноморский сектор) / [ред. В. Н. Еремеева, А. В. Гаевской]. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. – С. 152–208.
- Мильчакова Н. А., Миронова Н. В., Рябогина В. Г. Морские растительные ресурсы / [ред. В. Н. Еремеева и др.]. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2011. – Гл. 4. – С. 117–139.
- Миронова Н. В., Мильчакова Н. А., Рябогина В. Г. Ресурсы макрофитов побережья Гераклеяского полуострова и особенности их многолетней динамики (Крым, Черное море) // Морские промысловые беспозвоночные и водоросли: биология и промысел. – Тр. ВНИРО. 2007. – Т. 147. – С. 381–396.
- Миронова Н. В., Панкеева Т. В. Запасы макрофитов как показатель экологического состояния береговой зоны региона Севастополя // Морские биологические исследования: достижения и перспективы: в 3-х т.: Сборник материалов Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, приуроченной к 145-летию Севастопольской биологической станции (Севастополь, 19–24 сент. 2016 г.) / [ред. А. В. Гаевская]. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2016. – Т. 2. – С. 306–309.
- Панкеева Т. В., Миронова Н. В. Биомасса макрофитов как показатель конфликтного природопользования особо охраняемых природных объектов г. Севастополя // Экология и природопользование: прикладные аспекты: Материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. (Уфа, 4–8 апр. 2016 г.). – Уфа, 2016. – С. 275–282.
- Панкеева Т. В., Миронова Н. В. Современное состояние донных природных комплексов заказника «Мыс Айя» // Природное наследие России: сб. науч. ст. Междунар. науч. конф., посвящ. 100-летию национального заповедного дела и Году экологии в России (Пенза, 23–25 мая 2017 г.) / под ред. д. б. н., проф. Л. А. Новиковой. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2017. – С. 310–312.

Папунов Д. В. Межгодовая динамика донных природных комплексов береговой зоны Черного моря на полуострове Абрау // Сборник трудов Второй науч. конф. молодых ученых и талантливых студентов «Водные ресурсы, экология и гидрологическая безопасность». – М., 2008. – С. 77–79.

Петров К. М. Подводные ландшафты: теория, методы исследования. – Л.: Наука, 1989. – 126 с.

Рыбников П. В., Лучина Н. П. Некоторые особенности роста и ветвления талломов прикрепленной *Phyllophora nervosa* (D. C.) Grev. и их зависимость от внешних факторов // Океанология. – 1998. – Т. 38, № 3. – С. 407–411.

Симакова У. В. Влияние рельефа дна на сообщества цистозиры Северокавказского побережья Черного моря // Океанология. – 2009. – Т. 49, № 5. – С. 672–680.

Mironova N. V., Pankeeva T. V. The spatial distribution of macrophytobenthos taking into account the landscape structure of the south-western part of the region of Sevastopol // Ekosistemy. 2018. Iss. 14 (44). P. 20–30.

On the basis of landscape approach the spatial distribution of macrophytobenthos in the coastal zone of the South-Western part of the region of Sevastopol (Balaklavskiy Cape – Aya Cape) was studied. The landscape map of the coastal zone was composed, seven bottom natural complexes (BNC) was allocated. The formation of the landscape structure is shown to be influenced by geological and geomorphological characteristics of the coastal zone. For each BNC the phytomass stock of macrophytobenthos and predominant species of algae are calculated. The investigated water area is characterized by significant resource potential of bottom vegetation and a high proportion of protected endangered species of macrophytes. With the view of rational environment management of the coastal zone the area between Balaklavskiy Cape and Inzhir locality is proposed to be included in the perspective network for future reservation as the botanical preserve «Spiliya» or is recommended to integrate into the regional natural preserve «Cape Aya».

Key words: landscape, bottom natural complexes, phytomass stock of macrophytes, cystoseira, phyllophora, Black Sea.

Поступила в редакцию 05.02.18