

Подходы к формированию экологического каркаса западного побережья Севастополя

Т. В. Панкеева^{1*}, Н. В. Миронова¹, А. В. Пархоменко²

¹ ФГБУН ФИЦ Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН,
Севастополь, Россия

² Морской гидрофизический институт РАН, Севастополь, Россия

* e-mail: tatyapankeeva@yandex.ru

Аннотация

Впервые предложена схема экологического каркаса для западного побережья Севастополя. Экологический каркас представляет собой сеть природоохранных территорий и объектов разного статуса, состоящих из площадных, линейных и точечных элементов. Работы по изучению ландшафтной структуры дна и гидробиотическая съемка прибрежной зоны проведены в летний период 2020 г. На основе полученных сведений составлена карта подводных ландшафтов исследуемой акватории. В ландшафтной структуре выделено шесть подводных ландшафтов с доминированием ключевых видов макрофитов: *Ericaria crinita*, *Gongolaria barbata* и *Phyllophora crispa*. Для каждого подводного ландшафта описан фитоценоз, рассчитаны количественные и качественные показатели макрофитобентоса (видовой состав макрофитов, наличие охраняемых краснокнижных видов водорослей, запас фитомассы макроводорослей и входящих в ее состав доминирующих видов). На основе ландшафтного подхода с учетом показателей растительной компоненты подводных ландшафтов выделены пространственно-функциональные природоохранные элементы (ключевые, транзитные, буферные и восстановительные). Выявлено, что на изучаемом побережье к ключевым акваториям относятся подводные ландшафты с «цистозировым» фитоценозом, к транзитным – с «цистозирово»-филлофоровым, к восстановительным – с филлофоровым. Все элементы экологического каркаса имеют разные режимы охраны и относятся к разным типам природопользования. Полученные результаты и предложенный подход могут быть использованы для формирования экологического каркаса морских акваторий Севастополя и Республики Крым.

Ключевые слова: подводные ландшафты, макрофитобентос, охраняемые акватории, ландшафтный подход, Черное море

Благодарности: исследование выполнено в рамках государственного задания Института биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН (№ гос. регистрации 121030300149-0) и ФГБУН ФИЦ МГИ (№ гос. регистрации FNNN-2021-0005). Выражаем благодарность сотрудникам отдела биотехнологий фиторесурсов к. б. н., с. н. с. И. К. Евстигнеевой и м. н. с. И. Н. Танковской за определение видового состава водорослей и совместную работу по обработке собранного материала;

© Панкеева Т. В., Миронова Н. В., Пархоменко А. В., 2023



Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0)

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License

дайверу И. Ю. Тамойкину за помощь в отборе проб макрофитобентоса и видеосъемку подводных ландшафтов.

Для цитирования: Панкеева Т. В., Миронова Н. В., Пархоменко А. В. Подходы к формированию экологического каркаса западного побережья Севастополя // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2023. № 3. С. 71–85. EDN YHYNCD.

Approaches to Formation of the Ecological Framework of the Western Coast of Sevastopol

T. V. Pankeeva^{1*}, N. V. Mironova¹, A. V. Parkhomenko²

¹ *Kovalevsky Institute of Marine Biological Research of RAS, Sevastopol, Russia*

² *Marine Hydrophysical Institute of RAS, Sevastopol, Russia*

* e-mail: tatyapankeeva@yandex.ru

Abstract

For the first time, the paper proposes an outline of an ecological framework for the western coast of Sevastopol. An ecological framework is a network of protected areas and objects of different status represented by areal, linear and point elements. The studying of the bottom landscape structure and hydro-botanical survey of the coastal zone were carried out in summer 2020. Based on the obtained data, a map of underwater landscapes in the study water area was made. Six underwater landscapes dominated by key macrophyte species were identified in the landscape structure: *Ericaria crinita*, *Gongolaria barbata*, and *Phyllophora crispa*. For each underwater landscape, the phytocenosis is described, and quantitative and qualitative indicators of macrophytobenthos are calculated (species composition of macrophytes, presence of protected red-listed algae species, phytomass stock of macroalgae and its dominant species). Based on the landscape approach, spatial and functional conservation elements (key, transit, buffer and restorative) were identified taking into account the indicators of the vegetation component of underwater landscapes. It was revealed that for the coastal area under study the key water areas include underwater landscapes with “*Cystoseira*” phytocenosis, the transit ones include landscapes with “*Cystoseira*” – *Phyllophora* phytocenosis, and restorative ones include landscapes with *Phyllophora* phytocenosis. All elements of the ecological framework have different protection regimes and are of different types of nature management. The obtained results and proposed approach can be used to form an ecological framework of the marine areas of Sevastopol and the Republic of Crimea.

Keywords: underwater landscapes, macrophytobenthos, protected water areas, landscape approach, Black Sea.

Acknowledgments: This work was carried out under state assignment of A. O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of the Russian Academy of Sciences (no. 121030300149-0) and Marine Hydrophysical Institute of RAS no. FNNN-2021-0005. The authors are grateful to I. K. Evstigneeva and I. N. Tankovskaya for the determination of the species composition of algae and joint work on the processing of the collected material; diver I. Yu. Tamoikin for their help in sampling macrophytobenthos and taking photos and videos of underwater landscapes.

For citation: Pankeeva, T.V., Mironova, N.V. and Parkhomenko, A.V., 2023. Approaches to Formation of the Ecological Framework of the Western Coast of Sevastopol. *Ecological Safety of Coastal and Shelf Zones of Sea*, (3), pp. 71–85.

Введение

Важную роль в сохранении биологического и ландшафтного разнообразия играют особо охраняемые природные территории (ООПТ). Одной из признанных форм территориальной охраны природы является создание экологических сетей. В настоящее время достаточно полно разработана концепция экологических сетей для сухопутных территорий [1]. Модели региональных экологических сетей предложены для целого ряда субъектов Российской Федерации [2, 3]. Однако отсутствие единой законодательной базы, общепринятых методов и подходов затрудняет создание региональных и национальных экологических сетей, особенно для территорий с антропогенно-преобразованными ландшафтами. В последние годы активно разрабатываются подходы^{1), 2)} к формированию морских экологических сетей – преимущественно в регионах, где созданы морские резерваты [4, 5]. Тем не менее остаются недостаточно проработанными «критерии выделения и оптимальные площади основных структурных элементов, и особенно – вопросы их связанности в функционально целостную систему» [1, с. 134].

Для Автономной Республики Крым и г. Севастополя в 2008 г. был разработан проект региональной экологической сети. Кроме этого, в научной литературе представлены и другие схемы экологических сетей для Крыма [6, 7].

В прибрежной акватории Крымского полуострова выделено 13 приморских элементов экосети (8 экоцентров и 5 экокоридоров). ООПТ г. Севастополя, в состав которых входят морские охраняемые акватории (МОА), находятся в границах Гераклеийского и Айя-Сарычского приморских экоцентров, а также Каламитского приморского экокоридора³⁾. Большинство МОА крымского побережья изолированы, имеют незначительную площадь и обладают низким охранным статусом, что не позволяет в полном объеме выполнять природоохранные задачи. Исследования, проводимые на объектах МОА Крыма, показывают, что в настоящее время наблюдается деградация донных природных комплексов, связанная с усилением антропогенной нагрузки [8].

В связи с этим элементы экологической сети Крыма, в том числе и г. Севастополя, нуждаются в разработке экологического каркаса устойчивости, состоящего из взаимосвязанных пространственно-функциональных природоохранных элементов (ключевых, транзитных, буферных и восстановительных) [9]. В работах ряда авторов освещено применение этого подхода для формирования экологических сетей и их элементов в наземных ландшафтах [10, 11]. При ландшафтном подходе внимание акцентируется на «ландшафтном разнообразии, средообразующих функциях геосистем, вещественно-энергетических потоках в ландшафте» [1, с. 133]. Использование ландшафтного

¹⁾ Kelleher G., Recchia C. Lessons from marine protected areas around the world // Parks. 1998. Vol. 8, iss. 2. P. 1–4. URL: https://parksjournal.com/wp-content/uploads/2017/06/parks_8_2.pdf (date of access: 12.09.2023).

²⁾ Salm R. V., Clark J. R., Sirila E. Marine and coastal protected areas: A guide for planners and managers. Washington DC : IUCN, 2000. 371 p. URL: http://seaknowledgebank.net/sites/default/files/marine-and-coastal-protected-areas-a-guide-for-planners-and-managers_0.pdf (date of access: 12.09.2023)

³⁾ Разработка схемы региональной экологической сети Автономной Республики Крым : отчет о НИР [Электронный ресурс] / Таврический национальный университет им. В. И. Вернадского. Симферополь, 2008. 321 с. URL: <http://www.arhus.crimea.ua> (дата обращения: 10.04.2023).

подхода для морских экологических сетей вызывает определенные методологические трудности, обусловленные слабой разработанностью теоретических основ подводного ландшафтоведения [9, 12].

Одним из важнейших компонентов подводных ландшафтов является донная растительность, которая считается индикатором морфологических комплексов горизонтального расчленения ландшафтной структуры. Известно, что макрофитобентос является основным продукционным звеном черноморского шельфа и играет ведущую роль в стабилизации и саморегулировании прибрежных экосистем. Исходя из того, что макрофиты активно реагируют на изменения окружающей среды, их количественные и качественные показатели можно использовать как критерии выделения элементов экологической сети [8, 13].

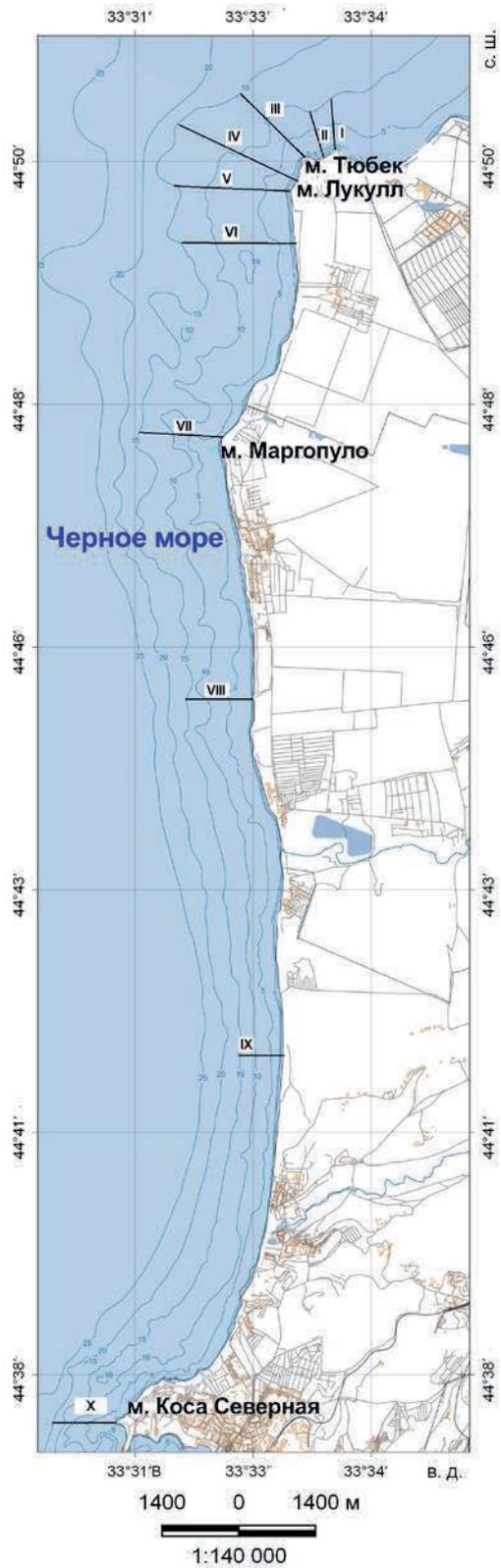
В качестве модельного региона выбрана прибрежная зона западной части г. Севастополя, которая отличается биологическим и ландшафтным разнообразием. В настоящее время эта зона активно разрабатывается – здесь осуществляются проекты по развитию инфраструктуры в береговой зоне. В связи с этим актуальна разработка рекомендаций по сохранению подводных ландшафтов побережья.

Цель статьи – разработать схему экологического каркаса западного побережья г. Севастополя.

Материалы и методы исследования

Протяженность береговой линии западного побережья Севастополя (м. Коса Северная – м. Тюбек) составляет около 26 км. Прибрежная акватория характеризуется небольшими глубинами и уклонами дна. На бенче развиты песчаные и галечные донные отложения, сменяемые глыбовым навалом [14]. Акватория расположена в границах Каламитского приморского экокориора экологического каркаса Крымского полуострова. ООПТ представлена памятником природы «Прибрежный аквальный комплекс (ПАК) у мыса Лукулл», протяженность его береговой линии достигает 3448.6 м, ширина акватории – 300 м. Общая площадь памятника природы составляет 128.5 га, из которых площадь территории – 15.1 га, акватории – 113.4 га.

Работы по изучению ландшафтной структуры дна прибрежной зоны проводили на основе общих положений программы подводных ландшафтных исследований в летний период 2020 г. [15]. Подводные ландшафтные работы выполняли с маломерных судов с применением легководолазного снаряжения. При изучении структуры ландшафтов побережья использовали метод ландшафтного профилирования с описанием разрезов и ключевых участков [16]. Составлены ландшафтные профили для 10 разрезов (рис. 1). Ландшафтное профилирование позволило выделить подводные ландшафты и установить их границы. Для создания ландшафтной карты использовали программный пакет *QGIS* 2.18.25 и электронную основу навигационной карты. Сопряженный анализ батиграфии, карт литологического состава и сведений вододолзной съемки позволил провести экстраполяцию участков дна со сходными параметрами для выделения границ подводных ландшафтов. Результаты обобщения исследований ландшафтной структуры западного побережья г. Севастополя отражены на ландшафтной карте.



Р и с . 1 . Карта-схема расположения ландшафтных и гидробиотических разрезов в прибрежной зоне от м. Коса Северная до м. Тюбек (римскими цифрами обозначены профили)

Fig. 1. Schematic map of the location of landscape and hydrobotanical profiles in the coastal zone Cape Kosa Severnaya – Cape Tubek (Roman numerals stand for profiles)

Изучение донной растительности проводили по общепринятой методике⁴⁾. Для исследования состава и структуры макрофитобентоса использовали материалы гидробиотической съемки, проведенной на тех же разрезах. Отбор проб осуществляли на глубинах 0.5; 1; 3; 5; 10 и 15 м, где закладывали по четыре учетные площадки размером 25 × 25 см. Идентификацию водорослей проводили с учетом последних номенклатурных изменений⁵⁾. Ресурсы макроводорослей (т, сырая масса), запас фитомассы макрофитов и входящих в ее состав ключевых видов водорослей (т·га⁻¹, сырая масса) рассчитаны по методике, модифицированной для морских исследований [8]. Определение площади акватории осуществляли с помощью программы *QGIS*.

Критериями выделения элементов экологической сети выбраны количественные и качественные показатели макрофитобентоса (видовой состав макрофитов, наличие охраняемых краснокнижных видов водорослей, запас фитомассы макроводорослей и входящих в ее состав ключевых видов, доля *Ericaria crinita* (Duby) Molinari & Guiry = *Cystoseira crinita* и *Gongolaria barbata* (Stackhouse) Kuntze = *Cystoseira barbata* в общих запасах макрофитов), характеризующие растительную компоненту подводных ландшафтов. При работе над статьей использовали аннотированные списки водорослей, зарегистрированных в районе западного побережья и памятника природы «ПАК у мыса Лукулл», приведенные в статьях И. К. Евстигнеевой и И. Н. Танковской [17, 18].

На основе картографирования подводных ландшафтов, качественных и продукционных характеристик макрофитобентоса предложено функционально-площадное распределение основных элементов экологической сети (ключевые природоохранные акватории (заповедные ядра), буферные защитные, транзитные и восстановительные акватории).

Результаты и обсуждение

В ландшафтной структуре прибрежной зоны выделено шесть подводных ландшафтов с участием доминирующих видов макрофитов: эрикарии косматой (*Ericaria crinita*), гонголарии бородатой (*Gongolaria barbata*) и филлофоры курчавой (*Phyllophora crispa* (Hudson) P.S. Dixon) (рис. 2). Разработанная ландшафтная карта побережья является картографической основой для выделения акваторий, формирующих элементы экологического каркаса.

Для каждого ландшафтного контура были рассчитаны количественные и качественные показатели макрофитобентоса, представленные в таблице.

На основе ландшафтного подхода с учетом значений растительной компоненты подводных ландшафтов составлена картосхема и выделены элементы экологического каркаса западного побережья Севастополя (рис. 3).

Подводные ландшафты, расположенные в границах памятника природы «ПАК у мыса Лукулл» относятся к **ключевым природоохранным акваториям (заповедные ядра) (КПА)** (рис. 3). В ландшафтной структуре этой

⁴⁾ Калугина-Гутник А. А. Исследование донной растительности Черного моря с применением легководолазной техники // Морские подводные исследования. Москва : Наука, 1969. С. 105–113.

⁵⁾ URL: <http://www.algaebase.org> (date of access: 12.09.2023).

Рис. 2. Карта-схема ландшафтной структуры западного побережья (мыс Коса Северная – мыс Тюбек): 1 – глыбово-валунный бенч с преобладанием эрикарии косматой и гонголарии бородатой; 2 – подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминируют эрикария косматая и гонголария бородатая; 3 – подводный склон, сложенный песчаными отложениями с мелкими знаками ряби (рифели), лишенный донной растительности (на отдельных глыбах доминируют виды эрикарии косматой и гонголарии бородатой или падьины павлиньей и диктиоты ленточной); 4 – подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминирует гонголария бородатая, и с чередованием галечно-гравийных с битой ракушкой донных отложений, где преобладает филофора курчавая; 5 – слабонаклонная равнина, сложенная гравийно-песчаными отложениями с битой ракушкой, где доминирует филофора курчавая; 6 – слабонаклонная равнина, сложенная песчаными отложениями, где донная растительность отсутствует

Fig. 2. Schematic map of the landscape structure of the coastal zone (Cape Kosa Severnaya – Cape Tubek): 1 – boulder benches with dominance of *Ericaria crinita* and *Gongolaria barbata*; 2 – upper shoreface consisting of psephitic sediments predominated by *Ericaria crinita* and *Gongolaria barbata*; 3 – upper shoreface consisting of sandy sediments with small ripple marks (riffles), devoid of bottom vegetation (species of *Ericaria crinita* and *Gongolaria barbata* or *Padina pavonica* and *Dictyota fasciola* dominate on some clumps); 4 – upper shoreface consisting of psephitic deposits predominated by *Gongolaria barbata* with mosaic alternation of pebble and gravel deposits and shell fragments predominated by *Phyllophora crispa*; 5 – gently dipping accumulation plain formed by psammitic deposits with inclusion of shell fragments predominated by *Phyllophora crispa*; 6 – gently dipping accumulation plain formed by sandy sediments, with no bottom vegetation



охраняемой акватории преобладают ландшафты подводного склона с доминированием видов «цистозирь» (эрикарция косматая и гонголария бородатая), где на глубинах 0.5–5 м зарегистрирован фитоценоз *Ericaria crinita*+*Gongolaria barbata*.

На подводном склоне на глубине 0.5–1 м зарегистрирован **глыбово-валунный бенч с преобладанием эрикарции косматой и гонголарии бородатой (1)** (рис. 2). Растительная компонента этого ландшафта характеризуется высоким видовым разнообразием (таблица) – здесь зарегистрировано пять видов водорослей, занесенных в Красную книгу Российской Федерации, Республики Крым и г. Севастополя (*Stilophora tenella* (Esper) P.C. Silva, *Laurencia coronopus* J. Ag, *Osmundea hybrida* (A. P. de Candolle), *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata*). Здесь отмечен наибольший запас фитомассы макрофитов и входящих в их состав доминирующих видов «цистозирь» (*Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata*) (таблица). Доля этих водорослей в общих запасах макрофитобентоса максимальная (86 %) (таблица).

Подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где господствуют эрикарция косматая и гонголария бородатая (2), расположенный на глубинах 1–5 м, отличается наибольшим видовым разнообразием, по сравнению с другими исследуемыми ландшафтами западного побережья (таблица). Количество краснокнижных видов макрофитов достигает шести (кроме вышеперечисленных видов, за исключением *Osmundea hybrida*, были обнаружены *Phyllophora crispa* и *Osmundea pinnatifida* (Hudson) Stackhouse). Запас фитомассы макрофитов, а также *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* незначительно ниже, чем на глубинах 0.5–1 м (таблица).

Согласно сведениям о составе и структуре макрофитобентоса, собранного вдоль западного побережья г. Севастополя по аналогичной методике А. А. Калугиной-Гутник и Н. М. Куликовой [19] в 1964 г., мы рассчитали запас фитомассы «цистозирь» на этом выделенном ландшафте. Так, сравнительный анализ показал, что на глубинах 1–5 м запас фитомассы *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* составлял $40.7 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$, что примерно в полтора ниже, чем в 2020 г. Однако общеизвестно, что в настоящее время вдоль берегов Крыма повсеместно отмечается значительное уплотнение зарослей «цистозирь» в верхней и средней сублиторальной зоне, тогда как в нижней регистрируется деградация и трансформация донной растительности [8]. Таким образом, последние 56 лет сохранность акватории, относящейся к КПА, остается достаточно высокой.

На остальной части прибрежной акватории исследуемого региона подводные ландшафты с доминированием «цистозирь», в связи их с природоохранной ценностью, целесообразно рассматривать как **восстановительные акватории (ВА)**. В дальнейшем в этой части прибрежной зоны предполагается снизить влияние антропогенного воздействия, а в определенных случаях необходимо принятие особых мер по восстановлению биотопов и ландшафтов в целом.

Для **подводного склона, сложенного песчаными отложениями с мелкими знаками ряби (рифели), лишеного донной растительности, где на отдельных глыбах доминируют виды эрикарции косматой и гонголарии бородатой или пдины павлиньей и диктиоты ленточной (3)**, на глубинах

1–5 м характерны фитоценозы *Ericaria crinita* + *Gongolaria barbata* или *Padina pavonica* + *Dictyota fasciola*. На этом ландшафте также отмечено высокое видовое разнообразие и наличие краснокнижных видов (таблица). Запас фитомассы макрофитов, *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata*, существенно ниже (таблица). Однако этот выделенный подводный ландшафт отличается интенсивным обменом вещественными потоками за счет перемещения мелкообломочного глинисто-песчаного материала вдольбереговыми течениями.

Видовой состав и продукционные показатели макрофитобентоса в подводных ландшафтах западного побережья г. Севастополя

Species composition and productivity of macrophytobenthos in the underwater landscapes of the western coast of Sevastopol

Видовой состав водорослей / Species composition of algae					Количество охраняемых видов водорослей, занесенных в Красную книгу / Number of protected algae species listed in Red Book of			Запас фитомассы, т·га ⁻¹ / Total biomass of, t·ha ⁻¹		
Подводный ландшафт / Underwater landscape	Общее количество / Total number	Зеленые / Green	Бурые / Brown	Красные / Red	Севастополя ⁶⁾ / Sevastopol	Республики Крым ⁷⁾ / Republic of Crimea	Российской Федерации ⁸⁾ / Russian Federation	макрофитов / macrophytes	<i>Ericaria crinita</i> + <i>Gongolaria barbata</i>	<i>Phyllophora crispa</i>
1	40	12	7	21	1	4	1	78.8	67.8	0
2	49	8	8	29	2	6	2	69.1	49.1	0.1
3	40	9	8	23	1	5	0	17.1	13.1	0
4	43	8	8	27	2	6	1	40.2	20.1	2.4
5	30	6	7	17	1	3	1	39.4	13.0	3.1

Примечание: нумерация и описание подводных ландшафтов соответствует сведениям, представленным в тексте и на рис. 2. Сведения по видовому составу водорослей по глубинам [17, 18].

Note: the numbering and description of underwater landscapes correspond to the information presented in the text and in Fig. 2. Information on the algal species composition by depth is given in [17, 18].

⁶⁾ Красная книга города Севастополя. Калининград ; Севастополь : Издательский Дом «РОСТ-ДОАФК», 2018. 432 с.

⁷⁾ Красная книга Республики Крым : животные. Симферополь : АРИАЛ, 2015. 440 с.

⁸⁾ Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). Москва : Товарищество научных изданий КМК, 2008. 885 с.



Рис. 3. Элементы экологического каркаса западного побережья г. Севастополя: 1 – ключевые природоохранные акватории; 2 – буферные акватории; 3 – транзитные акватории; 4 – восстановительные акватории

Fig. 3. Elements of the ecological framework of the Sevastopol western coast: 1 – key environmental water areas; 2 – buffer water areas; 3 – transit water areas; 4 – restorative water areas

Кроме того, этот ландшафт осуществляет необходимую связь между подводными ландшафтами КПА и ВА и обеспечивает возможность распространения, миграции и генетического обмена видами гидробионтов. Таким образом, этот подводный ландшафт соответствует **транзитной акватории (ТА)** исследуемого побережья, при этом на морских охраняемых акваториях его необходимо включать в состав КПА.

Характерно, что в границах Каламитского экокориора отсутствует достаточное количество природных ядер, что является одной из предпосылок создания памятника природы «ПАК у мыса Коса Северная». Ранее полученные результаты исследований на этом участке побережья указывают на высокое флористическое и ландшафтное разнообразие в интервале глубин 0.5–10 м [20]. В составе альгофлоры встречаются виды макрофитов, занесенные в списки Красной книги Российской Федерации, Республики Крым и Севастополя (*Phyllophora crispa*, *Stilophora tenella*, *Ericaria crinita*, *Gongolaria barbata*, *Laurencia coronopus*, *Nereia filiformis* (J. Ag.) Zanard.). Коренные фитоценозы этих подводных ландшафтов характеризуются высокой степенью сохранности, что позволяет рекомендовать акваторию у м. Коса Северная как перспективную для заповедания и включить ее в состав КПА.

Роль **буферной акватории (БА)** выполняет *подводный склон, сложенный грубообломочными отложениями, где доминирует гонголария бородачатая, мозаично чередующимися с галечно-гравийными с битой ракушкой отложениями, на которых преобладает филлофора курчавая (4)* (глубина 5–10 м). Описаны фитоценозы *Gongolaria barbata* и *Phyllophora crispa*. Этот подводный ландшафт занимает периферийные части КПА, ВА и ТА, в связи с чем выполняет защитную функцию акваторий и обеспечивает оптимальное функционирование охраняемых видов. Своеобразие данного подводного ландшафта заключается в том, что он представляет собой переходную полосу, где на одной глубине встречаются одновременно несколько многолетних фитоценозов, распределение которых обусловлено особенностями литологии дна. На этих глубинах происходит постепенное изменение состава донной растительности вдоль градиента освещенности. Запасы фитомассы макрофитов и «цистозирь» сокращаются, однако этот показатель возрастает у филлофоры курчавой (таблица). Вклад *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* в общих запасах макрофитов не превышает 50 %.

В этом районе в 1964 г. в диапазоне глубин 5–10 м запас фитомассы *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* был равен $24.8 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$, а *Phyllophora crispa* – $2.6 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$ [18]. Эти значения лишь незначительно выше, чем сопоставимые показатели в 2020 г. (таблица), что подтверждает относительно неизменное состояние донной растительности в районе исследования в этом интервале глубин.

На глубине более 10 м зарегистрирована *слабонаклонная равнина, сложенная гравийно-песчаными отложениями с битой ракушкой, где доминирует филлофора курчавая (5)*. Для этого подводного ландшафта отмечен максимальный запас филлофоры курчавой (таблица). Доля видов «цистозирь» составляет менее 33 % (общих запасов макрофитов). Более полувека назад на глубинах 10–15 м запас фитомассы *Phyllophora crispa* достигал $9.7 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$, что втрое выше значения, зарегистрированного в 2020 г. [19]. Резкое сниже-

ние запаса фитомассы филлофоры курчавой свидетельствует о необходимости сохранения этого ландшафта. Поскольку этот вид охраняется на международном, государственном и региональном уровне ⁹⁾, подводные ландшафты с филлофоровым фитоценозом необходимо отнести к **ВА**.

Полученные результаты исследований свидетельствуют, что в настоящее время в прибрежной акватории западного побережья г. Севастополя подводные ландшафты и их растительная компонента отличаются высокой степенью сохранности. Это подтверждается в статье И. К. Евстигнеевой и И. Н. Танковской [21]. Согласно работе этих авторов, результаты фитоиндикации вдоль западного побережья Севастополя показывают повсеместное доминирование олигосапробных видов макрофитов, многочисленность мезосапробных и малую долю участия полисапробных, что соответствует соотношению сапробиологических группировок на чистых участках моря. Учитывая высокое биологическое и ландшафтное разнообразие изучаемого региона, целесообразно разработать экологический каркас прибрежной зоны, который позволит выделить участки акватории с разными режимами природопользования.

Таким образом, при выделении основных структурных элементов экологического каркаса западного побережья г. Севастополя впервые использовали биоцентрический и ландшафтный подходы. Как показали исследования, оба подхода к формированию экологического каркаса прибрежной зоны являются взаимодополняющими и отражают разные аспекты его организации. Характерно, что при биоцентрическом подходе особое внимание уделяется сохранению живых организмов (видовое разнообразие гидробионтов, наличие редких и исчезающих видов и т. п.). Так, в работе С. Е. Садогурского с коллегами [22] отмечено, что качественные и количественные показатели прибрежно-морской биоты наиболее высоки на участках, где отмечены заросли макрофитов. Следует отметить, что некоторые показатели макрофитобентоса, приведенные авторами в статье, соответствуют критериям комплексной оценки экологического состояния морских природных комплексов, лежащим в основе охраны морской среды в Европейском союзе ¹⁰⁾. Ландшафтный подход позволяет выделить основные каркасообразующие подводные ландшафты, а также определить их взаиморасположение, обеспечивающие экологическое равновесие в прибрежной зоне. При этом применение двух подходов для формирования экологических сетей морских акваторий требует дальнейшей проработки и проведения дополнительных полевых исследований.

Выводы

1. Впервые для западного побережья Севастополя разработан экологический каркас и выделены его функциональные элементы. Показано, что для его формирования целесообразно использовать взаимодополняющие подходы: ландшафтный и биоцентрический.

⁹⁾ European Red List of Habitats. Part 1 : Marine Habitats / J. Rodwell [et al.]. Luxembourg : Publications Office of the European Union, 2016. 52 p. <https://doi.org/10.2779/032638>

¹⁰⁾ Directive 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council of 17 June 2008. Marine Strategy Framework Directive. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/ALL/?uri=CELEX%3A32008L0056> (date of access: 12.09.2023).

2. Выполнено картографирование прибрежной зоны изучаемого региона, выделены шесть подводных ландшафтов, составлена картосхема ландшафтной структуры. Показано, что ландшафтная карта является картографической основой экологического каркаса.

3. Рассчитаны количественные и качественные показатели макрофитобентоса, которые использованы в качестве критериев для обоснования элементов экологического каркаса.

4. Установлено, что для исследуемого побережья к КПА относятся подводные ландшафты с «цистозировым» фитоценозом, к ТА – с «цистозирово»-филлофоровым, к ВА – с филлофоровым. Все элементы экок каркаса имеют разные режимы природопользования.

5. Полученные результаты и предложенный подход могут быть использованы для формирования экологического каркаса морских акваторий г. Севастополя и Республики Крым.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Теория и методология ландшафтного планирования / Под ред. К. Н. Дьяконова и А. В. Хорошева. Москва : Товарищество научных изданий КМК, 2019. 444 с.
2. Мирзеханова З. Г., Остроухов А. В. Экологический каркас территории (на примере Ванинского района Хабаровского края) // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2006. № 5. С. 73–81. EDN HVWUSV.
3. Михно В. Б., Кучин А. В. К вопросу создания ландшафтно-экологического каркаса Задонского района Липецкой области // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2005. № 2. С. 19–28. EDN KAJVZJ.
4. Мокиевский В. О. Морские резерваты – теоретические предпосылки к созданию и функционированию // Биология моря. 2009. Т. 35, № 6. С. 450–460. EDN OVYSEN.
5. Иванов А. Н. Проблемы организации морских резерватов в России // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2003. № 4. С. 22–27.
6. Прыгунова И. Л. Экологический каркас Крыма // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2005. № 5. С. 29–33. EDN HSFYUP.
7. Перспективы создания единой природоохранной сети Крыма / Под ред. А. В. Бокова. Симферополь : Крымучпедгиз, 2002. 192 с.
8. 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, iss. 10. P. 1941–1949. doi:10.1134/S1062359021100320
9. Митина Н. Н., Чуприна Е. В. Подводные ландшафты Черного и Азовского морей: структура, гидроэкология, охрана. Москва : ФГУП «Типография» Россельхозакадемии, 2012. 320 с.
10. Иванов А. Н. Ландшафтно-экологический подход к организации региональных систем охраняемых природных территорий // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 1998. № 3. С. 16–21.
11. Герасимов А. П. Использование ландшафтного подхода при планировании экологических каркасов регионов // Географический вестник. 2006. № 1. С. 14–17. EDN OPVKOZ.
12. Малютин А. Н. Сохранение биоразнообразия: о размерах морских и прибрежных охраняемых районов // Вестник ДВО РАН. 2015. № 1. С. 14–20. EDN TTVFWN.

13. *Панкеева Т. В., Миронова Н. В. Ковардаков С. А.* Количественные показатели макрофитобентоса как критерии обоснования природоохранной ценности акваторий (регион Севастополя) // Проблемы региональной экологии. 2017. № 1. С. 28–33. EDN YUFGQX.
14. Природные условия и антропогенное изменение береговой зоны в районе пос. Кача / Ю. Н. Горячкин [и др.] // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2020. № 4. С. 5–21. EDN PFJDUE. doi:10.22449/2413-5577-2020-4-5-21
15. *Петров К. М.* Подводные ландшафты: теория, методы исследования. Ленинград : Наука, 1989. 124 с.
16. *Панкеева Т. В., Миронова Н. В.* Ландшафтная структура западного побережья города Севастополя // Геополитика и экогеодинамика регионов. 2021. Т. 7, № 2. С. 276–291. EDN HETGNQ. doi:10.37279/2309-7663-2021-7-2-272-287
17. *Евстигнеева И. К., Танковская И. Н.* Разнообразие и изменчивость фитобентоса Западного побережья Крымского полуострова // Российский журнал прикладной экологии. 2022. № 2. С. 20–32. EDN MFANNT. doi:10.24852/2411-7374.2022.2.20.32
18. *Евстигнеева И. К., Танковская И. Н.* Бентосные водоросли памятника природы «Прибрежный аквальный комплекс у мыса Лукулл» и их пространственное распределение // Труды Карадагской научной станции им. Т. И. Вяземского – природного заповедника РАН. 2022. Т. 7, № 2. С. 35–52. EDN RZEKVM. doi:10.21072/eco.2022.22.03
19. *Калугина-Гутник А. А., Куликова Н. М.* Донная растительность у западного побережья Крыма // Биология моря. Киев : Наукова думка, 1974. Вып. 32. С. 111–132.
20. *Панкеева Т. В., Миронова Н. В.* Многолетняя динамика подводных ландшафтов прибрежной зоны мыс Коса Северная – мыс Толстый (Севастополь) // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2022. № 2. С. 70–85. EDN HINHRC. doi:10.22449/2413-5577-2022-2-70-85
21. *Евстигнеева И. К., Танковская И. Н.* Экологическая структура сообщества макроводорослей на западе Крыма // Трансформация экосистем. 2023. Т. 6, № 1. С. 108–120. doi:10.23859/estr-550529
22. *Садогурский С. Е., Белич Т. В., Садогурская С. А.* Некоторые аспекты формирования территориально-аквальных компонентов региональной и локальных экологических сетей в Крыму // Природа Восточного Крыма. Оценка биоразнообразия и разработка проекта локальной экологической сети / Под ред. С. П. Иванова. Киев, 2013. С. 79–85.

Поступила 28.04.2023 г.; одобрена после рецензирования 05.06.2023 г.; принята к публикации 28.06.2023 г.; опубликована 25.09.2023 г.

Об авторах:

Панкеева Татьяна Викторовна, старший научный сотрудник, Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН (299011, Россия, Севастополь, пр. Нахимова, 2), кандидат географических наук, **ORCID ID: 0000-0002-8933-6103**, **ResearcherID: 4920-0290**, *tatyanapankeeva@yandex.ru*

Миронова Наталия Всеволодовна, старший научный сотрудник, Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН (299011, Россия, Севастополь, пр. Нахимова, 2), кандидат биологических наук, **ORCID ID: 0000-0001-7110-7081**, **ResearcherID: Y-1780-2018**, *dr.nataliya.mironova@yandex.ru*

Пархоменко Анастасия Владимировна, аспирантка 2-го курса аспирантуры, Морской гидрофизический институт РАН (299011, Россия, Севастополь, ул. Капитанская, 2), **ORCID ID: 0000-0002-2378-7067**, **ResearcherID: 5090-2023**, *avparkhomenko52@gmail.com*

Заявленный вклад авторов:

Панкеева Татьяна Викторовна – постановка проблемы, подбор, систематизация и анализ литературных источников, организация ландшафтных исследований, анализ и описание результатов исследования, подготовка текста статьи, картографических материалов и списка литературы

Миронова Наталия Всеволодовна – обработка проб макрофитобентоса, анализ и описание результатов исследования, подготовка текста статьи

Пархоменко Анастасия Владимировна – выполнен картографический материал, подготовка текста статьи

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.