

УДК: 502.75:581.526.323(262.5)

DOI: 10.35595/2414-9179-2022-2-28-614-631

Т.В. Панкеева¹, А.В. Дрыгваль², Н.В. Миронова³

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ БИОТОПОВ ДОННОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ДЖАНГУЛЬСКОГО ПРИБРЕЖЬЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС

АННОТАЦИЯ

Впервые с использованием ГИС-технологий проведено картографирование биотопов донной растительности памятника природы «Прибрежный аквальный комплекс у Джангульского оползневого побережья». Исследования выполнены на основе анализа экспедиционных материалов, собранных в прибрежной зоне памятника природы в летний период 2013 г. В результате работы составлены батиметрическая карта, карты донных отложений и ареалов ключевых видов макрофитобентоса (*Ericaria crinita*, *Gongolaria barbata*, *Nereia filiformis*, *Phyllophora crispa*). Основой для классификации биотопов донной растительности послужили картографические материалы. Выделено пять биотопов, дано описание и проведен анализ их пространственного распространения в акватории памятника природы. Показано, что в прибрежной зоне наибольшую площадь занимают биотопы с «цистозировыми» и филлофоровыми фитоценозами. Эти биотопы имеют высокий охранный статус на региональном, федеральном и международном уровнях. В глубоководной зоне памятника природы выявлены уникальные и редкие для крымского побережья биотопы с *Nereia filiformis* и *Phyllophora crispa* (неприкрепленная форма). Установлено, что для западного побережья Крыма этот район является своеобразным резерватом как прикрепленной, так и неприкрепленной, форм *Phyllophora crispa*. Классификация биотопов и их охранный статус приведены в соответствии с международными законодательными документами (EUNIS, Annex 1 code, European Red List of Habitat). Разработка классификации, картографирования и инвентаризации местообитаний, подготовка списков биотопов, нуждающихся в охране, являются актуальными научными задачами. Полученные результаты могут быть использованы для мониторинга охраняемых местообитаний донной растительности и контроля их состояния.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: макрофитобентос, ГИС-технологии, охраняемые виды, памятник природы, Черное море

¹ ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН», пр. Нахимова, д. 2, 299011, г. Севастополь, Россия; Филиал МГУ в г. Севастополе, отделение географии, ул. Героев Севастополя, д. 7, г. Севастополь, Россия; *e-mail*: tatyanapankeeva@yandex.ru

² ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН», пр. Нахимова, д. 2, 299011, г. Севастополь, Россия; *e-mail*: drygval95@mail.ru

³ ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН», пр. Нахимова, д. 2, 299011, г. Севастополь, Россия; *e-mail*: dr.nataliya.mironova@yandex.ru

Tatyana V. Pankeeva¹, Anna V. Drygval², Nataliya V. Mironova³

GIS MAPPING BENTHIC VEGETATION BIOTOPES OF THE DZHANGUL COAST

ABSTRACT

The article reflects research, where for the first time mapping of benthic vegetation biotopes of the protected area «Coastal aquatic complex near the Dzhangul landslide coast» is carried out using GIS-technologies. The research is carried out on the basis of the expedition materials analysis collected in the coastal zone in the summer period of 2013. As a result of the work a bathymetrical map, maps of bottom sediments and habitats of the key macrophytobenthos species (*Ericaria crinita*, *Gongolaria barbata*, *Nereia filiformis*, *Phyllophora crispa*) and biotopes are compiled. Benthic vegetation biotopes classification is based on cartographic materials. Five biotopes are identified, described and analysed for their spatial distribution in the natural protected area. It is shown that biotopes with «*Cystoseira*» and *Phyllophora* phytocenoses occupy the largest area in the coastal zone. These biotopes have a high conservation status at the regional, federal and international levels. In the deep-water zone of the protected area the biotopes with *Nereia filiformis* and *Phyllophora crispa* (drifting form), unique and rare for the Crimean coastal area have been identified. This area is found to be a peculiar reserve of both attached and drifting forms of *Phyllophora crispa* for the western coastal area of Crimea. Biotope classification and its conservation status are given according to international legislative documents (EUNIS, Annex 1 code, European Red List of Habitat). The development of a classification, mapping and inventory of habitats, and the preparation of a biotopes list in need of conservation, are urgent scientific tasks. The results can be used for monitoring protected benthic vegetation habitats and controlling their condition.

KEYWORDS: macrophytobenthos, GIS technologies, protected species, coastal aquatic complex, Black Sea

ВВЕДЕНИЕ

Сохранение биологического разнообразия морских охраняемых акваторий (МОА) является одной из приоритетных задач природоохранной деятельности государства. В прибрежной зоне Крымского полуострова находится 31 объект, где охрана донной растительности осуществляется в соответствии с государственным законодательством, международными Соглашениями и Конвенциями [Мильчакова и др., 2015]. Значительную научную и природоохранную ценность имеют «цистозировые» и филлофоровые сообщества, относящиеся к ключевым звеньям экосистемы Черного моря, имеющие высокий охранный статус на региональном, федеральном и международном уровнях. Тем не менее, в бассейне Черного моря почти повсеместно регистрируется существенная перестройка донных биоценозов и их деградация, не только на прибрежных антропогенно-преобразованных участках,

¹ Institute of Biology of the Southern Seas of A.O. Kovalevsky of RAS, Nakhimov Ave., 2, 299011, Sevastopol, Russia; Branch of Moscow State university in Sevastopol, Department of Geography, Heroes of Sevastopol str., 7, 299001, Sevastopol, Russia; e-mail: tatyanapankeeva@yandex.ru

² Institute of Biology of the Southern Seas of A.O. Kovalevsky of RAS, Nakhimov Ave., 2, 299011, Sevastopol, Russia; e-mail: drygval95@mail.ru

³ Institute of Biology of the Southern Seas of A.O. Kovalevsky of RAS, Nakhimov Ave., 2, 299011, Sevastopol, Russia; e-mail: dr.nataliya.mironova@yandex.ru

но и в охраняемых акваториях [Мильчакова и др., 2011]. На современном этапе для многих исследователей становится очевидным, что для сохранения биоразнообразия намного эффективней оценка и мониторинг состояния местообитаний, чем контроль за популяциями отдельных видов [Galdenzi et al., 2012; Rodríguez et al., 2012; Izco, 2015; Keith et al., 2015].

В настоящее время охрана морских биотопов задекларирована многими природоохранными программами, соглашениями и Конвенциями – Natura 2000, EUNIS (European Union Nature Information System), Habitats Directive 92/43/ЕЕС, Annex 1, European Red List of Habitat. Разработка схем местообитаний предусмотрена рядом региональных и международных законодательных документов [Costello, 2009; Frascetti et al., 2005; Ivanov, Spiridonov, 2007; Madden et al., 2008; Roff, Evans, 2002].

На территории Европы классификационная система EUNIS является общеевропейским стандартом для изучения и охраны местообитаний в рамках природоохранных программ. Кроме того, эта система детально разработана, является иерархической и уже включает около 1000 местообитаний. Она хорошо документирована, содержит словарь и подробные описания местообитаний, связана с существующими системами JNCC, Habitat Directive, Natura2000, OSPAR [Costello, 2009, Guillaumont et al., 2008]. Вместе с тем, при использовании этой системы существует ряд трудностей, что осложняет возможности ее применения в практической деятельности. Так, по мнению Т. Ю. Браславской и Е. В. Тихоновой, «неупорядоченность критериев подразделения в классификации – это использование разнородных диагностических признаков при выделении типов на одном и том же уровне, повторное применение какого-либо признака на разных уровнях» [Браславская, Тихонова, 2020, с. 30–31].

Краткая характеристика местообитаний Черного моря приведена Ю.П. Зайцевым с коллегами¹. Более подробный список, включающий 37 донных местообитаний, опубликован в трансграничном диагностическом анализе Черного моря². В 2007 г. по классификации морских местообитаний Черного моря выделено 48 бентосных местообитаний [UNDP/GEF, 2008], которые включены в систему EUNIS³. Сложность использования этой системы в том, что в ней описаны не все местообитания. Таким образом, разработка классификации, картографирования и инвентаризации местообитаний, подготовка списков биотопов, нуждающихся в охране, все еще являются актуальными задачами.

В последнее время в морских исследованиях применение получило использование геоинформационных (ГИС) технологий, под которыми понимается широкий спектр научных направлений, связанных с изучением морской среды [Новикова и др., 2015]. Накоплен значительный опыт применения ГИС-технологий для геоэкологических исследований прибрежных морских экосистем и разработке мер по их защите [Исмамова, 2004; Keshavarzi et al., 2015], в том числе, прибрежной зоне Мексиканского залива [Harbaugh, 2003], Европы [Moksness et al., 2013], Японии и Таиланда [Goto et al., 2010], а также по разработке сети морских охраняемых акваторий в Тихоокеанской канадской экономической зоне в условиях

¹ Zaitsev Yu.P., Alexandrov B.G., Berlinsky N.A., Zenetos A. The Black Sea – an oxygen-poor sea. Europe's biodiversity – biogeographical regions and seas. Seas around Europe. European Environment Agency, 2004. http://www.eea.europa.eu/publications/report_2002_0524_154909/regional-seas-around-europe/BlackSea.pdf (accessed 18.02.22).

² Black Sea transboundary diagnostic analysis. May, 2007. GEF/UNDP BSERP, 2007. 263 p. Available online at: http://iwlearn.net/iw-projects/1580/2263/reports/black-sea-transboundary-diagnostic-analysis-2007/at_download/file (accessed 23.01.2022).

³ Black Sea Commission/EEA. Black Sea Marine Habitat Classification Workshop, May, 2007. (BSCHC Workshop). Unpublished working document. <http://eunis.eea.europa.eu/references/2356> (accessed 23.01.2022).

конфликтного природопользования [Wood, Dragicevic, 2007]. В 2004–2008 гг. при финансовой поддержке программы ЕС INTERREG IIIB NWE и участия европейских стран под руководством Комитета по охране природы Великобритании (Joint Nature Conservation Committee, JNCC) в рамках проекта MESH была создана геоинформационная система морских биотопов в территориальных водах Великобритании, Ирландии, Бельгии, Франции и Нидерландов. Однако опыт картографирования местообитаний в проекте MESH показал, что классификация EUNIS не вполне пригодна для картографии [Guillaumont et al., 2008]. Как отмечают авторы работы [Bartlett et al., 1999], специалисты, изучающие прибрежные и морские системы с помощью ГИС, вынуждены решать проблемы, связанные с отображением высокодинамичных и многомерных сред, не имеющих четких границ.

В качестве модельного полигона выбран гидрологический памятник природы «Прибрежный аквальный комплекс (ПАК) у Джангульского оползневого побережья». Сложность геолого-геоморфологического строения побережья памятника природы обусловило разнообразие местообитаний макрофитобентоса, что позволяет отнести этот регион к репрезентативным для изучения. Исследуемый район отличается незначительной антропогенной нагрузкой, что обеспечивает высокую сохранность донной растительности. В составе макрофитобентоса заказника встречаются виды водорослей, имеющие природоохранный статус, такие как *Phyllophora crispa* (Huds.) P.S. Dixon и *Stilophora tenella* (Esper) P.C. Silva внесены в списки Красной книги (КК) Российской Федерации (РФ) [Красная книга ..., 2008]. Эти же виды, а также *Ericaria crinita* (Duby) Molinari & Guiry = *Cystoseira crinita*, *Gongolaria barbata* (Stackhouse) Kuntze = *Cystoseira barbata*, *Laurencia coronopus* J. Ag., *Nereia filiformis* (J. Ag.) Zanard. входят в состав списков КК Республики Крым (РК) [Красная книга ..., 2016]. Кроме этого, филлофора курчавая (*Phyllophora crispa*), нерейя нитевидная (*Nereia filiformis*) внесены в КК Севастополя (ККС) [Красная книга ..., 2018].

Цель работы: провести картографирование биотопов донной растительности памятника природы «ПАК у Джангульского оползневого побережья» с использованием ГИС-технологий.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Памятник природы регионального значения «ПАК у Джангульского оползневого побережья» расположен на северо-западе Крыма (Тарханкутский полуостров). Его площадь составляет 180 га, длина береговой линии – 6 км, ширина акватории – 300 м. Подводный склон приглубый, образован глыбовым навалом до глубины 10–13 м, в промежутках между глыбами находятся прогалыны песка. Склон с увеличением глубины выполаживается, где донные осадки представлены битой ракушкой и илистым песком.

Авторами собраны, обработаны и проанализированы полевые материалы экспедиции, проведенной в прибрежной зоне памятника природы в летний период 2013 г. Для получения информации о структуре морского дна были заложены 13 трансект (рис. 1). Длина трансект варьировала в зависимости от морфометрических особенностей подводного берегового рельефа и нижней границы обитания донной растительности (фитали) (табл. 1). Координаты станций определяли при помощи портативного GPS-приемника (Oregon 650). Исследования проводили с помощью легководолазного снаряжения и с применением маломерного судна. Водолазные работы осуществлены с участием 15 исследователей-аквалангистов. Для изучения местообитаний была составлена программа водолазных исследований, которая включает сведения о донных отложениях и растительности.

Для обозначения маршрута вдоль трансект использовали фал, имеющий линейную метровую разметку, что позволяло определять удаленность контрольных точек от берега. Фал, начиная от уреза воды, закрепляли на дне специальными конструкциями для того,

чтобы избежать смены его положения при волновых движениях. В зависимости от прозрачности воды, радиус исследуемой площади дна вдоль фала составлял примерно 10–15 м. Аквалангист-исследователь, снабженный дайв-компьютером, проходил вдоль мерной линии, отмечал для каждой контрольной точки (расстояние между точками составляло 20 м) глубину, визуально описывал донные отложения (по классификации морских обломочных осадков по гранулометрическому составу), виды растительности, проективное покрытие, при этом выполняя фото- и видеосъемку. Всего выполнено более 160 описаний.

Для изучения состава и структуры макрофитобентоса проведен отбор проб на II, VII и XIII трансектах по фитоценотической методике, разработанной А.А. Калугиной-Гутник [Калугина-Гутник, 1975]. Фитобентос отбирали на глубинах 0,5; 1; 1,5; 3,5 и 10 м, а также на границе фитали, где закладывали по четыре учетные площадки размером 25×25 см.

Затем макрофиты 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 учетом последних номенклатурных изменений¹. Всего было заложено 18 станций, собрано и обработано 72 количественные пробы фитобентоса.



Рис. 1. Карта-схема расположения трансект в прибрежной зоне памятника природы «ПАК у Джангульского оползневого побережья»

Fig. 1. Schematic map of hydrobotanical transects in the coastal zone of the protected area «Coastal aquatic complex (CAC) near the Dzhangul landslide coast»

¹ Guiry M.D., Guiry G.M. AlgaeBase. World-wide electronic publication. National University of Ireland. Galway, 2020. URL: [http:// www.algaebase.org](http://www.algaebase.org) [accessed 15.02.2022].

Табл. 1. Координаты трансект, диапазон глубин и ширина фитали в прибрежной зоне памятника природы «ПАК у Джангульского оползневого побережья»

Table 1. Station coordinates, depth range and the width of the fital in the coastal zone of the protected area «Coastal aquatic complex (CAC) near the Dzhangul landslide coast»

№ разреза	Координаты		Нижняя граница фитали, м	Расстояние от береговой линии, м
	северная широта	восточная долгота		
I	45°45,654	32°54,620	0,5–9,0	160
II	45°45,533	32°54,111	0,5–9,9	160
III	45°45,678	32°54,498	0,5–3,3	60
IV	45°44,528	32°53,416	0,5–13,4	200
V	45°44,440	32°53,243	0,5–14,3	220
VI	45°44,256	32°53,109	0,5–13,1	200
VII	45°44,035	32°52,940	0,5–14,2	200
VIII	45°43,737	32°52,586	0,5–11,5	200
IX	45°43,616	32°52,355	0,5–12,5	200
X	45°43,472	32°52,003	0,5–8,0	120
XI	45°43,243	32°51,754	0,5–10,8	140
XII	45°41,449	32°49,436	0,5–16,7	180
XIII	45°40,845	32°49,034	0,5–14,1	220

Построение карт на основе информации о донных компонентах, полученной в ходе водолазного описания, проводилось при помощи пакета программного обеспечения ArcGIS 10.2. Для этого формализованная информация по полевым описаниям заносилась в сопровождающую атрибутивную таблицу, которая отражала данные по 13 профилям и 128 точкам исследования, на основе которой с помощью метода обратно взвешенных расстояний создавали разные тематические слои. Таким образом, для картографирования биотопов были созданы отдельные тематические слои биотопов, отражающие глубину и состав донных отложений изучаемого участка прибрежной зоны, учитывая, что в последние десятилетия в работах исследователей под биотопом понимают комбинацию абиотического местообитания и связанного с ним биологического сообщества. В таком виде понимание биотопа вошло в ряд современных классификаций, в том числе EUNIS [Connor et al., 2004; Davies, Moss, 2004; Olenin, Ducrotoy, 2006]. Так, на рис. 2 представлена батиметрическая карта, полученная на основе промеров. Для картографирования донных отложений (рис. 3) использована классификация морских обломочных осадков по гранулометрическому составу [Безруков, Лисицин, 1960]. Кроме этого, были созданы тематические слои ареалов массовых видов макрофитов: *Dictyota fasciola* (Roth) J. V. L., *Padina pavonica* (L.) Thivy (рис. 4), *Ericaria crinita*, *Gongolaria barbata* (рис. 5), *Phyllophora crispa* (прикрепленная форма) (рис. 6) и *Phyllophora crispa* (неприкрепленная форма) (рис. 7), *Nereia filiformis* (рис. 8). Методом наложения слоев получен промежуточный вариант карты, где показаны границы распределения видов макрофитобентоса и донных отложений исследуемой акватории. На основе полученной промежуточной карты проведена клас-

сификация и разработана легенда карты биотопов донной растительности для памятника природы «ПАК у Джангульского оползневого побережья». Граница распространения биотопов совпадает с границей фитали, которая расположена на глубинах 10–13 метров. Определенные легендой биотопы стали объектами для картографирования. Площади биотопов рассчитаны с помощью инструмента вычисления геометрии пространственных объектов в слое «Calculate Geometry».

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На основе проведенных полевых исследований и картографических материалов составлена карта распределения биотопов донной растительности памятника природы «ПАК у Джангульского оползневого побережья». Выделены пять биотопов и даны их характеристики (рис. 9).

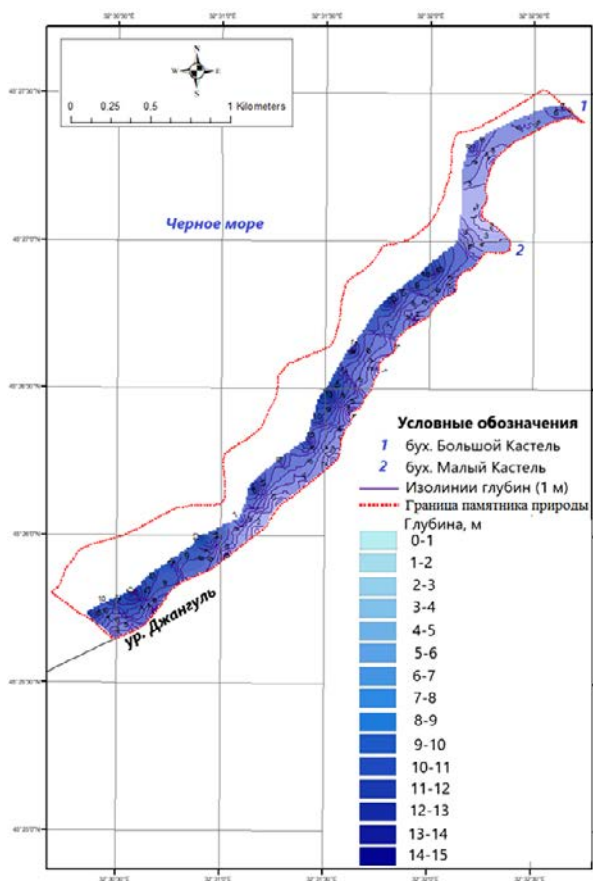


Рис. 2. Батиметрическая карта памятника природы «ПАК у Джангульского оползневого побережья»

Fig. 2. Bathymetrical map of the protected area «Coastal aquatic complex (CAC) near the Dzhangul landslide coast»

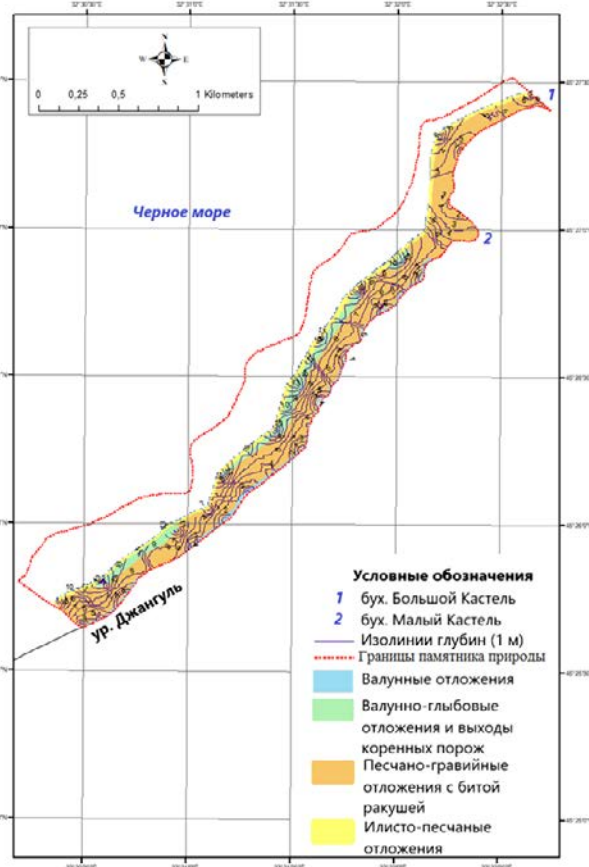


Рис. 3. Карта донных отложений памятника природы «ПАК у Джангульского оползневого побережья»

Fig. 3. Bottom sediments map of the protected area «Coastal aquatic complex (CAC) near the Dzhangul landslide coast»

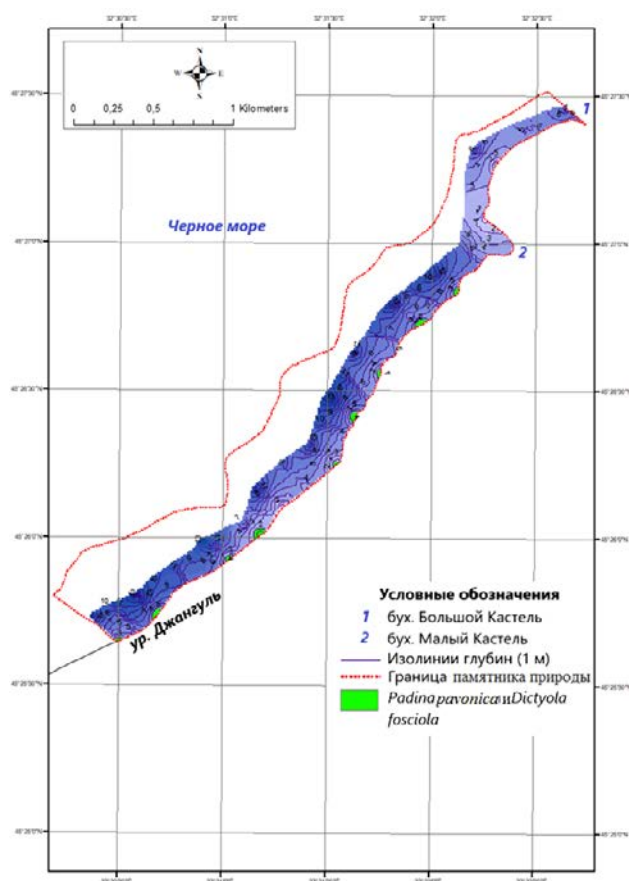


Рис. 4. Карта пространственного распространения *Dictyota fasciola* и *Padina pavonica* памятника природы «ПАК у Джангульского оползневое побережья»

Fig. 4. Spatial distribution map of *Padina pavonica* and *Dictyota fasciola* of the protected area monument «Coastal aquatic complex (CAC) near the Dzhangul landslide coast»

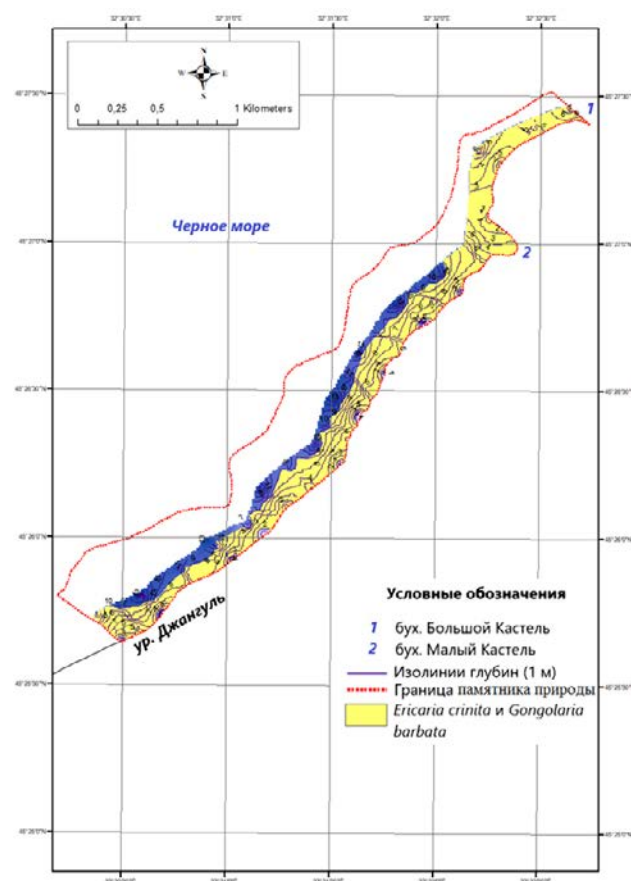


Рис. 5. Карта пространственного распространения *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata* памятника природы «ПАК у Джангульского оползневое побережья»

Fig. 5. Spatial distribution map of *Ericaria crinita* and *Gongolaria barbata* of the protected area «Coastal aquatic complex (CAC) near the Dzhangul landslide coast»

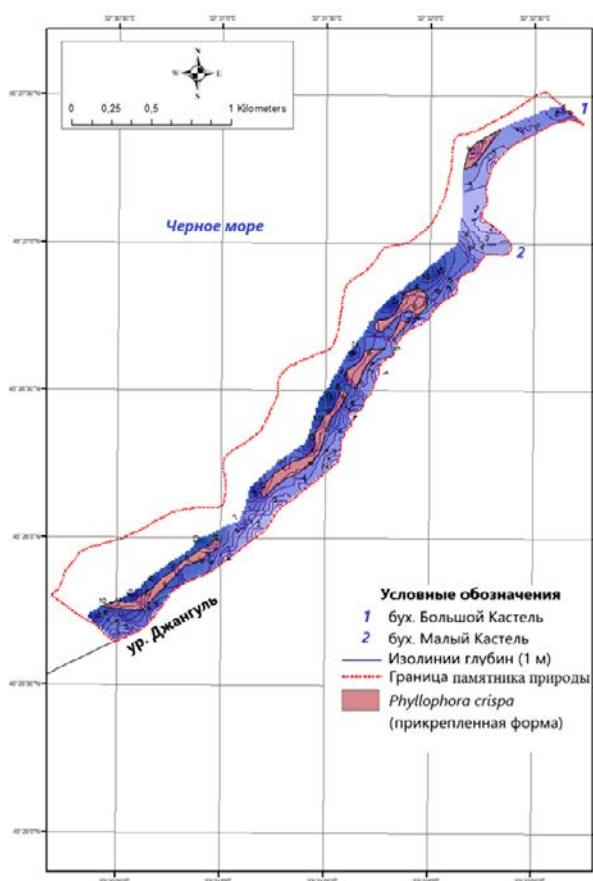


Рис. 6. Карта пространственного распространения *Phyllophora crispa* (прикрепленная форма) памятника природы «ПАК у Джангульского оползневого побережья»

Fig. 6. Spatial distribution map of *Phyllophora crispa* (attached form) of the protected area «Coastal aquatic complex (CAC) near the Dzhangul landslide coast»

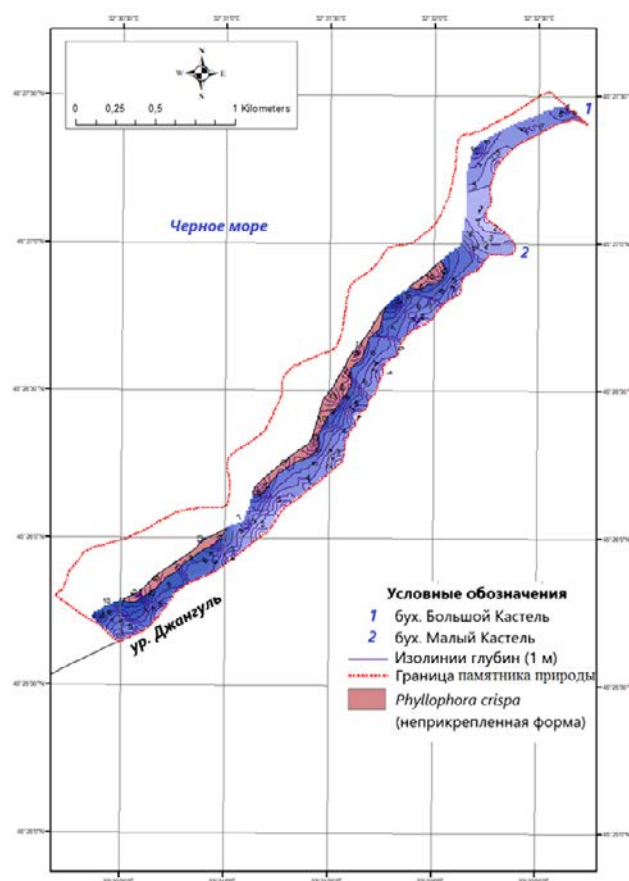


Рис. 7. Карта пространственного распространения *Phyllophora crispa* (неприкрепленная форма) памятника природы «ПАК у Джангульского оползневого побережья»

Fig. 7. Schematic map of *Phyllophora crispa* (drifting form) of the protected area «Coastal aquatic complex (CAC) near the Dzhangul landslide coast»

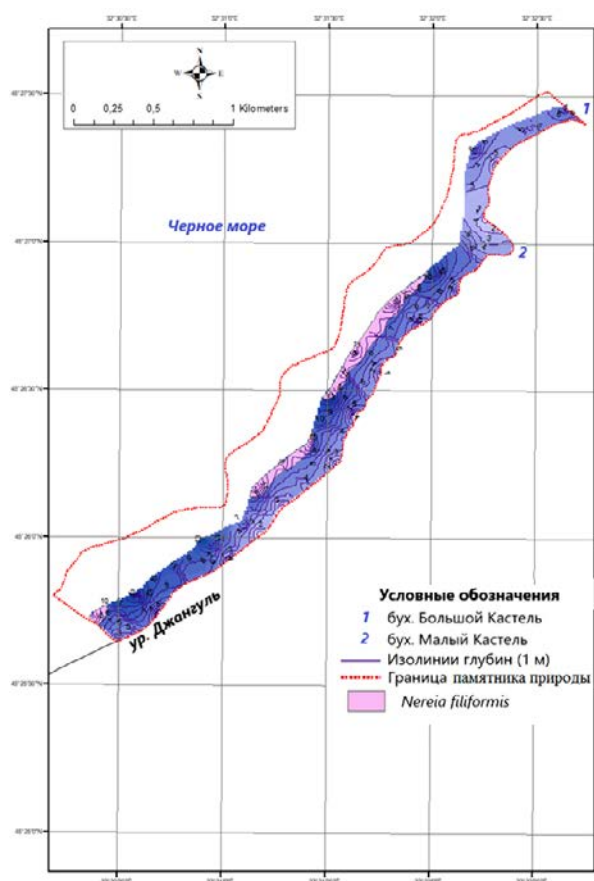


Рис. 8. Карта пространственного распространения *Nereia filiformis* памятника природы «ПАК у Джангульского оползневого побережья»

Fig. 8. Schematic map of *Nereia* of the protected area monument «Coastal aquatic complex (CAC) near the Dzhangul landslide coast»

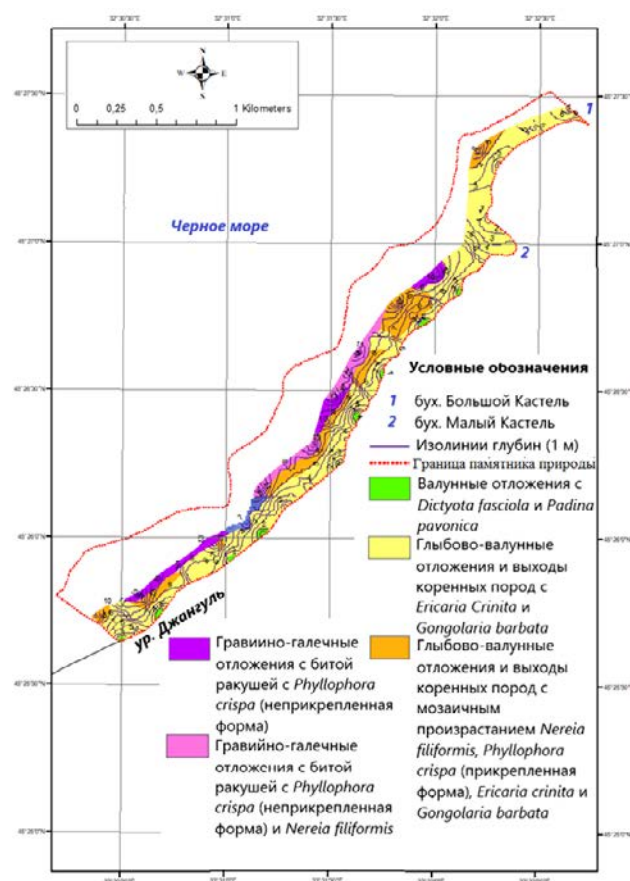


Рис. 9. Биотопы донной растительности памятника природы «ПАК у Джангульского оползневого побережья»

Fig. 9. Benthic vegetation biotopes of the protected area «Coastal aquatic complex (CAC) near the Dzhangul landslide coast»

1. Валунные отложения с *Dictyota fasciola* и *Padina pavonica*. Этот биотоп приурочен к устьевым участкам балок в мелководной зоне у открытых берегов на глубине 0,5–1 м. Донные отложения представлены хорошо окатанными валунами. Растительный покров образован комплексом видов, тесно смыкающихся друг с другом с помощью присосок и ризоидов. Некоторые виды располагаются обособленно, образуя мозаичность (*Padina pavonica* (L.) Thivy. Ведущее место в структуре донной растительности принадлежит *Dictyota fasciola* (Roth) J. V. L.). Типичными видами для альгоценоза являются *Polysiphonia opaca* (C.Ag.) Moris et De Not., *Ceramium ciliatum* (Ell.) Ducl., *C. elegans* Ducl., *C. virgatum* Roth., *C. diaphanum* (Lightf.) Roth., *Callithamnion corymbosum* (J. E. Smith.) Lyngb. Флористический состав растительного сообщества подвержен резким сезонным колебаниям, так как *Dictyota fasciola*, *Padina pavonica*, *Ceramium ciliatum*, *C. siliquosum* (Kütz.) Maggs ex Hommersand – сезонно летние виды.

2. Глыбово-валунные отложения и выходы коренных пород с *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata*. Биотоп расположен вдоль открытого побережья сплошной полосой на валунах и выходах коренных пород на глубине от 0,5 до 8–10 м. Подводный склон приглубый. В результате абразионных и оползневых процессов сформировался резко пересеченный (ступенчатый, грядовый или глыбовый) рельеф подводного склона, поэтому вдоль него наблюдается пестрая картина чередования участков с различной крутизной и характером микрорельефа. Главная роль в создании растительного аспекта принадлежит *Ericaria crinita* (Duby) Molinari & Guiry (= *Cystoseira crinita*) и *Gongolaria barbata* (Stackhouse) Kuntze (= *Cystoseira barbata*). Ведущее место в структуре сообщества также занимают *Cladostephus hirsutus* (L.) Boudouresque & M. Perret-Boudouresque ex Heesch & al., *Ellisolandia elongata* (J. Ellis & Solander) K.R. Hind & G.W. Saunders, *Gelidium spinosum* (S.G. Gmel.) P.C. Silva, *G. crinale* (Hare ex Turner) и эпифитные синузии (*Vertebrata subulifera* (C. Ag.) Kuntz., *Laurencia coronopus* J. Ag., *L. obtusa* (Huds.) J.V. Lamour., *Sphacelaria rhizoides* (Roth) C. Ag., *Chaetomorpha aerea* (Dillwyn) Kütz., *Cladophora albida* (Nees) Kütz., *Stilophora tenella* (Esper) P.C. Silva, *Corynophlaea umbellata* (C. Agardh) Kütz., *Myriactula rivulariae* (Suhr) Feldm.), при этом три последних вида являются сезонно летними.

3. Глыбово-валунные отложения и выходы коренных пород с мозаичным произрастанием *Nereia filiformis*, *Phyllophora crispa* (прикрепленная форма), *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata*. Для этого биотопа характерны глыбовые навалы, тогда как рыхлые отложения практически отсутствуют. Исключение составляют трещины и небольшие депрессии, заполненные гравийно-галечными отложениями. Приурочен к глубине 8–10 м. На этих глубинах на твердых включениях и выходах коренных пород отдельными слоевищами встречаются *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata*. Под их пологом или обособленными куртинами произрастают прикрепленная форма *Phyllophora crispa* (Huds.) P.S. Dixon., *Cladostephus hirsutus*. На глыбах отдельными группами отмечены *Nereia filiformis* (J. Ag.) Zanard., *Zanardinia typus* (Nardo) P.C. Silva in Greuter. В состав альгоценоза входят *Osmundea pinnatifida* (Huds.) Stackh., *Jania rubens* (L.) J. V. L., *Corallina granifera* Ell. et Soland., эпифитные формы (*Laurencia coronopus*, *Vertebrata subulifera*, *Stilophora tenella*, *Apoglossum ruscifolium* (Turn.) J. Ag.).

4. Гравийно-галечные с битой ракушей отложения с *Phyllophora crispa* (неприкрепленная форма) и с *Nereia filiformis*. Этот биотоп занимает слабонаклонную поверхность, сложенную галечно-гравийными отложениями, с хаотично разбросанными отдельными глыбами, достигающими достаточно крупных размеров (до 10 м). Также отмечены глыбовые навалы. Приурочен к глубине 10–13 м. Ведущая роль принадлежит неприкрепленной форме *Phyllophora crispa*. На глыбах встречаются *Nereia filiformis*, *Zanardinia typus*, *Carradoriella elongata* (Huds.) Savoie & G.W. Saunders, *Osmundea pinnatifida*. Изредка регистрируются *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata*. Эпифитная синузия представлена *Ectocarpus siliculosus* (Dillwyn) Lyngb., *Chondria dasyphylla* (Woodw.) C. Agardh., *Ceramium virgatum* Roth., *Antithamnion cruciatum* (Ag.) Näg.

5. Гравийно-галечные отложения с битой ракушей с *Phyllophora crispa* (неприкрепленная форма). Биотоп расположен вдоль побережья на глубине от 10 до 15 м. Для него характерна выровненная поверхность, сложенная разнородными литологическими отложениями, осложненная волновыми формами микрорельефа – рифелями, высота которых достигает 20 см. Встречаются редко расположенные отдельные глыбы. На гравийно-галечных с битой ракушей отложениях с примесью илистого песка отмечены свободно лежащие маты *Phyllophora crispa*. На створках моллюсков, а также как эпифиты на филлофоре, произрастают *Antithamnion cruciatum*, *Sphacelaria rhizoides*, *Chondria capillaris* (Huds.)

M.J. Wynne, *Stilophora tenella*, при этом два последних вида, отрываясь от субстрата, опутывают слоевища *Phyllophora crispa*.

В акватории памятника природы «ПАК у Джангульского оползневого побережья» наибольшую площадь (табл. 2) занимает биотоп глыбово-валунных отложений с выходами коренных пород с *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata*. По классификации EUNIS он приурочен к биотопу A3.34 (4-й уровень) (табл. 2). В соответствии с Европейским списком этому биотопу придан высокий охранный статус (EN). Однако, как показывают исследования, в биотопе отмечена существенная структурная трансформация растительной компоненты. Так, за почти полувековой период (с 1965 по 2013 гг.) запас фитомассы (*Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata*) на глубине 1–5 м уменьшился в 1,5–2,4 раза. За этот период в составе «цистозирового» сообщества наблюдалось резкое повышение роли эпифитных синузид, которые вызывают угнетение видов-доминантов. В 1965 г. доля эпифитирующих водорослей была незначительной и не превышала 1,3–2,2 %, в 2013 г. их вклад возрос в 3,6–14,4 раза общих запасов макрофитов [Миронова, Панкеева, 2021].

Табл. 2. Классификация биотопов памятника природы «ПАК у Джангульского оползневого побережья» в соответствии с международными законодательными документами [Gubbay et al., 2016]

Table 2. Biotope classification of the protected area «Coastal aquatic complex (CAC) near the Dzhangul landslide coast» in accordance with international legislative documents [Gubbay et al., 2016]

Биотоп	Площадь, км ²	EUNIS	Annex I code	European Red List of Habitat
Валунные отложения с <i>Dictyota fasciola</i> и <i>Padina pavonica</i>	0,014	A3.15 – Mytilid dominated Black sea exposed upper infralittoral rock with foliose algae (no fucales)	1170; 1160	BLSA3.15, DD – недостаточно данных
Глыбово-валунные отложения с выходами коренных пород с <i>Ericaria crinita</i> и <i>Gongolaria barbata</i>	0,573	A3.34 – Fucales and other algae on Black sea sheltered upper infralittoral rock, well illuminated	1170; 1160	BLSA3.34, EN – высокий охранный статус
Глыбово-валунные отложения с выходами коренных пород с мозаичным произрастанием <i>Nereia filiformis</i> , <i>Phyllophora crispa</i> (прикрепленная форма), <i>Ericaria crinita</i> и <i>Gongolaria barbata</i>	0,172	A3.3z - Black Sea lower infralittoral rock, with significant cover of sciaphilic algae	1170;	BLSA3.3z, DD – недостаточно данных
Гравийно-галечные с битой ракушей отложения с <i>Phyllophora crispa</i> (неприкрепленная форма) и с <i>Nereia filiformis</i> , встречающейся на глыбовом субстрате	0,069	A3.74 – Caves, overhangs and surge gullies in Black sea infralittoral rock	1170; 1160; 8330	BLSA3.74, DD – недостаточно данных

Гравийно-галечные отложения с битой ракушей с <i>Phyllophora crispa</i> (неприкрепленная форма)	0,069	A5.xy – Mixed sediments (shelly mud to pure shell debris) occurring within the circalittoral zone with a spherical form of the red algae <i>Phyllophora</i> (<i>Phyllophora crispa sphaerica</i>).	No Annex I type	BLSA5.xy DD – недостаточно данных
---	-------	--	-----------------	-----------------------------------

При выделении биотопов особое внимание уделяется тем биотопам, где отмечены виды донной растительности, которые занесены в КК РФ и КК РК, а также в международные охранные списки. В акватории памятника природы выделен биотоп глыбово-валунных отложений с выходами коренных пород с мозаичным произрастанием *Nereia filiformis*, *Phyllophora crispa* (прикрепленная форма), *Ericaria crinita* и *Gongolaria barbata*. Этот биотоп включен в классификацию EUNIS (A3.3z) (табл. 2).

В глубоководной зоне памятника природы «ПАК у Джангульского оползневого побережья» выделены уникальные и редкие биотопы Крымского побережья: гравийно-галечные с битой ракушей отложения с *Phyllophora crispa* (неприкрепленная форма) и с *Nereia filiformis*, встречающейся на глыбовом субстрате (A3.74), а также гравийно-галечные отложения с битой ракушей с *Phyllophora crispa* (неприкрепленная форма) (A5.xy). В Европейском списке эти биотопы имеют категорию DD – недостаточно данных. В настоящее время многочисленными исследователями отмечается общее ухудшение состояния глубоководной растительности, которое, в основном, связано с уменьшением прозрачности воды, вследствие общего увеличения степени эвтрофирования водной среды [Миронова и др., 2011]. В результате этого, зона активного фотосинтеза оказалась ближе к берегу, что вызвало подъем нижней границы произрастания многих водорослей, в том числе и *Phyllophora crispa*. Выраженные негативные изменения и деградация макрофитобентоса в нижней сублиторальной зоне предполагают присвоение этим биотопам более высокого статуса охраны.

Тем не менее, памятник природы «ПАК у Джангульского оползневого побережья», несмотря на произошедшие изменения в составе макрофитобентоса, характеризуется высокими показателями ресурсной составляющей макрофитов, значительной степенью сохранности «цистозировых» и филлофоровых биотопов. Этот район для западного побережья Крыма является своеобразным резерватом филлофоры курчавой (*Phyllophora crispa*), которая включена в КК РФ и КК РК [Миронова, Панкеева, 2021].

Исследование биотопов донной растительности, входящих в состав особо охраняемых природных территорий (ООПТ) побережья Крымского полуострова, является важной научной задачей, так как охраняемые биотопы могут рассматриваться как природные эталоны, в пределах которых сохраняется весь биоценотический комплекс с характерной таксономической структурой и биоразнообразием. Дальнейшее совершенствование классификации биотопов значительно дополнит систему ООПТ, поскольку позволит учитывать и контролировать состояние не только природных комплексов, имеющих в резерватах, но и биотопов, находящихся вне этой системы, имеющих важное значение для сохранения экосистем и биоты Черного моря. Придание биотопам природоохранного статуса, учитывая их многочисленность и изолированность, не целесообразно. Однако, при организации и планировании хозяйственной деятельности, особое внимание необходимо будет обращать на наличие местообитаний Красного списка и контролировать их состояние. Применение современных технологий дистанционного зондирования земной поверхности позволит организовать мониторинг прибрежной зоны Крымского полуострова.

ВЫВОДЫ

Впервые проведено картографирование биотопов донной растительности памятника природы «ПАК у Джангульского оползневого побережья». Составлены: батиметрическая карта, карты донных отложений, ареалов ключевых видов макрофитобентоса (*Ericaria crinita*, *Gongolaria barbata*, *Nereia filiformis*, *Phyllophora crispa* (прикрепленная и неприкрепленная формы)). Выделено пять биотопов, дано описание и проведен анализ их пространственного распространения в акватории памятника природы. В результате работы выполнено картографирование и классификация биотопов донной растительности прибрежной зоны «ПАК у Джангульского оползневого побережья». Показано, что в исследуемой акватории наибольшую площадь занимают биотопы с «цистозировыми» и филлофоровыми фитоценозами. Их местообитания имеют научную и природоохранную ценность, высокий охранный статус на региональном, федеральном и международном уровнях. В глубоководной зоне памятника природы выявлены уникальные и редкие для побережья Крымского полуострова биотопы с *Nereia filiformis* и *Phyllophora crispa* (неприкрепленная форма). Классификация биотопов и их охранный статус приведены в соответствии с международными законодательными документами (EUNIS, Annex I code, Red List).

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено по темам государственного задания Института биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН (регистрационные номера: 121030300149-0 и 121040100327-3). Авторы статьи выражают благодарность группе водолазов, работавших под руководством Олега Солдаткина (Черноморское, Крым) и председателя союза дайверов Удмуртии Владимира Федорова (трагически погибшему) за сотрудничество и оказанную помощь в сборе полевого материала.

ACKNOWLEDGEMENTS

The study was made as part of the A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS researches (registration numbers: 121030300149-0 and 121040100327-3). The authors would like to thank a group of divers who worked under the leadership of Oleg Soldatkin (Chernomorskoye, Crimea) and the chairman of the Udmurtian Divers' Union Vladimir Fedorov (who died tragically) for their cooperation and assistance in collecting field material.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безруков П.Л., Лисицин А.П. Классификация осадков современных морских водоемов. Тр. Ин-та океанологии АН СССР, 1960. Т. 32. С. 3–14.
2. Браславская Т.Ю., Тихонова Е.В. Лесные и кустарниковые местообитания национального парка «Смоленское Поозерье»: к вопросу об использовании классификации EUNIS при инвентаризации биоразнообразия и организации его охраны. Разнообразие растительного мира. 2020. № 1 (4). С. 17–35. DOI: 10.22281/2686-9713-2020-1-17-35.
3. Зинова А.Д. Определитель зеленых, бурых и красных водорослей южных морей СССР. Л.: Наука, 1967. 397 с.
4. Исмацова Х.Р. Формирование геоинформационной модели развития экологически опасных ситуаций прибрежной территории Каспийского моря. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2004. С. 459–466.
5. Калугина-Гутник А.А. Фитобентос Черного моря. Киев: Наукова думка, 1975. 248 с.
6. Красная книга Республики Крым. Растения, водоросли и грибы. Симферополь: ООО «ИТ «АРИАЛ», 2015. 480 с.

7. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 885 с.
8. Красная книга Севастополя. Калининград: Издательский Дом «РОСТ-ДООАФК», 2018. 432 с.
9. Мильчакова Н.А., Александров В.В., Бондарева Л.В., Панкеева Т.В., Чернышева Е.В. Морские охраняемые акватории Крыма: научный справочник. Симферополь: Орианда, 2015. 312 с.
10. Мильчакова Н.А., Миронова Н.В., Рябогина В.Г. Морские растительные ресурсы. Промысловые биоресурсы Черного и Азовского морей. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2011. С. 117–139.
11. Миронова Н.В., Панкеева Т.В. Распределение запасов макрофитов у Джангульского побережья Крымского полуострова, 2021. Вестник Московского ун-та. Серия 5: География. № 3. С. 120–131.
12. Новикова А.М., Каширина Е.С., Новиков А.А., Полонский А.Б., Панкеева Т.В. ГИС в морских исследованиях: мировой опыт и возможности его применения на примере Черноморского региона. Труды Карадагской научной станции им. Т.И. Вяземского – природного заповедника РАН. 2017. Т. 1. № 3. С. 54–66.
13. Bartlett D.J., Wright D.J. Epilogue. Marine and Coastal Geographical Information Systems. London: Taylor & Francis, 1999. P. 295–315.
14. Connor D.W., Allen J.H., Golding N., Howell K.L., Lieberknecht L.M., Northen K.O., Reker J.B. The Marine Habitat Classification for Britain and Ireland Version 04.05. Peterborough: JNCC, 2004. 49 p. (internet version) [www.jncc.gov.uk/Marine Habitat Classification](http://www.jncc.gov.uk/Marine%20Habitat%20Classification).
15. Costello M.J. Distinguishing marine habitat classification concepts for ecological data management. Mar. Ecol. Prog. Ser. 2009. Vol. 397. P. 253–268.
16. Davies C.E., Moss D. EUNIS Habitat Classification Marine Habitat Types: Revised Classification and Criteria. Report to the European Topic Centre on Nature Protection and Biodiversity. European Environment Agency. September, 2004. 79 p. http://eunis.eea.europa.eu/upload/EUNIS_2004_report.pdf.
17. Frascchetti S., Terlizzi A., Bussotti S., Guarnieri G., D'Ambrosio P., Boero F. Conservation of Mediterranean seascapes: analyses of existing protection schemes. Marine Environmental Research. 2005. Vol. 59. P. 309–332.
18. 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: 10.7338/pls2012492/04.
19. Goto S., Fan H.-S., Sakai T. Risk communication for oil spill accident using geo-informatics and SNS. International Archives of the Photogrammetric, Remote Sensing and Spatial Information Science. Kyoto, Japan, 2010. Vol. XXXVIII. Part 8. P. 213–218.
20. Gubbay S., Sanders N., Haynes T., Janssen J.A.M., Rodwell J.R., Nieto A., Garcia Criado M., Beal S., Borg J., Kennedy M., Micu D., Otero M., Saunders G., Calix M. European Red List of Habitats. Marine habitats. Luxembourg, 2016. Part 1. 48 p. DOI: 10.2779/032638.
21. Guillaumont B., Bajjouk T., Rollet C., Hily C., Gentil F. Typologie d'habitats marins benthiques: analyse de l'existant et propositions pour la cartographie (Habitats côtiers de la région Bretagne) Note de synthèse. Projets REBENT-Bretagne et Natura-Bretagne, RST/IFREMER/DYNECO/AG/08-06/REBENT, 2008. 16 p. + Annexes.
22. Harbaugh S. Current and future geographic information system projects within the eastern Gulf of Mexico, and the potential for one universal application. Int. Oil Spill Conference. 2003. British Columbia, Canada. 2003.

23. *Ivanov A.N., Spiridonov V.A.* An approach to marine bioregionalization in the Russian Arctic for the purposes of planning marine protected areas and other areas in need of protection. Paper presented for the CBD Expert Workshop on Ecological criteria and Biogeographic Classification Systems for marine areas in need of protection, 2 to 4 October, 2007. Azores. Portugal. 13 p.
24. *Izco J.* Risk of extinction of plant communities: Risk and assessment categories. *Plant Biosystems*. 2015. Vol. 149. Iss. 3. P. 589–602. DOI: 10.1080/11263504.2014.1000998.
25. *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. No. 8. P. 214–226. DOI: 10.1111/conl.12167.
26. *Keshavarzi B., Ebrahimi P., Moore F.A.* GIS-based approach for detecting pollution sources and bioavailability of metals in coastal and marine sediments of Chabahar Bay, SE Iran. *Chemie der Erde – Geochemistry*. 2015. Vol. 75. Iss. 2. P. 185–195.
27. *Madden C., Goodin K., Allee B., Finkbeiner M., Bamford D.* Coastal and Marine Ecological Classification Standard – Version III. NOAA and Nature Serve. 2008. 77 p.
28. *Moksness E., Dahl E., Støttrup J.* Global Challenges in Integrated Coastal Zone Management. John Wiley & Sons, Oxford, UK, 2013. Vol. II. 251 p.
29. *Olenin S., Ducrottoy J.-P.* The concept of biotope in marine ecology and coastal management. *Marine Pollution Bulletin*. 2006. Vol. 53. No. 1–4. P. 20–29.
30. *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. No. 2. P. 61–70. <https://journals.openedition.org/sapiens/1286>.
31. *Roff J.C., Evans M.J.S.* Frameworks for marine conservation – non-hierarchical approaches and distinctive habitats. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. 2002. Vol. 12. P. 635–648.
32. UNDP/GEF Black Sea Ecosystem Recovery Project (Phase II). Final seminar draft report 14–15 February, 2008. Istanbul, 2008. 77 p.
33. *Wood L.J., Dragicevic S.* GIS-based multicriteria evaluation and fuzzy sets to identify priority sites for marine protection. *Biodivers. Conserv.* 2007. Vol. 16. P. 2539–2558.

REFERENCES

1. *Bartlett D.J., Wright D.J.* Epilogue. *Marine and Coastal Geographical Information Systems*. London: Taylor & Francis, 1999. P. 295–315.
2. *Bezrukov P.L., Lisitsin A.P.* “Classification of sediments in modern marine reservoirs,” *Tr. Inst. Okeanol. im. P.P. Shirshova, Akad. Nauk SSSR*. 1960. 32. P. 3–14 (in Russian).
3. *Braslavskaya T.Y., Tikhonova E.V.* Forest and shrub habitats in Smolensk Lakeland National Park: On the use of EUNIS classification in inventorying biodiversity and organizing its protection. *Plant World World Diversity*. 2020. Vol. 1 (4). P. 17–35. DOI: 10.22281/2686-9713-2020-1-17-35 (in Russian).
4. *Connor D.W., Allen J.H., Golding N., Howell K.L., Lieberknecht L.M., Northen K.O., Reker J.B.* The Marine Habitat Classification for Britain and Ireland Version 04.05. Peterborough: JNCC, 2004. 49 p. (internet version) [www.jncc.gov.uk/Marine Habitat Classification](http://www.jncc.gov.uk/Marine_Habitat_Classification).
5. *Costello M.J.* Distinguishing marine habitat classification concepts for ecological data management. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 2009. Vol. 397. P. 253–268.

6. *Davies C.E., Moss D.* EUNIS Habitat Classification Marine Habitat Types: Revised Classification and Criteria. Report to the European Topic Centre on Nature Protection and Biodiversity. European Environment Agency. September, 2004. 79 p. http://eunis.eea.europa.eu/upload/EUNIS_2004_report.pdf.
7. *Fraschetti S., Terlizzi A., Bussotti S., Guarnieri G., D'Ambrosio P., Boero F.* Conservation of Mediterranean seascapes: analyses of existing protection schemes. *Marine Environmental Research*, 2005. Vol. 59. P. 309–332.
8. *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: 10.7338/pls2012492/04.
9. *Goto S., Fan H.-S., Sakai T.* Risk communication for oil spill accident using geo-informatics and SNS. *International Archives of the Photogrammetric, Remote Sensing and Spatial Information Science*. 2010. Vol. XXXVIII. Part 8. Kyoto, Japan. P. 213–218.
10. *Gubbay S., Sanders N., Haynes T., Janssen J.A.M., Rodwell J.R., Nieto A., Garcia Criado M., Beal S., Borg J., Kennedy M., Micu D., Otero M., Saunders G., Calix M.* European Red List of Habitats. Part 1. Marine habitats. Luxembourg, 2016. 48 p. DOI: 10.2779/032638.
11. *Guillaumont B., Bajjouk T., Rollet C., Hily C., Gentil F.* Typologie d'habitats marins benthiques: analyse de l'existant et propositions pour la cartographie (Habitats côtiers de la région Bretagne) Note de synthèse. Projets REBENT-Bretagne et Natura-Bretagne, RST/IFREMER/DYNECO/AG/08-06/REBENT, 2008. 16 p. + Annexes.
12. *Harbaugh S.* Current and future geographic information system projects within the eastern Gulf of Mexico, and the potential for one universal application. *Int. Oil Spill Conference*, 2003. British Columbia, Canada.
13. *Ismatova H.R.* Formation of geo-information model of development of ecologically dangerous situations of the Caspian Sea coastal territory. *Modern problems of Earth remote sensing from space*. 2004. P. 459–466 (in Russian).
14. *Ivanov A.N., Spiridonov V.A.* An approach to marine bioregionalization in the Russian Arctic for the purposes of planning marine protected areas and other areas in need of protection. Paper presented for the CBD Expert Workshop on Ecological criteria and Biogeographic Classification Systems for marine areas in need of protection, 2 to 4 October, 2007, Azores, Portugal. 13 p.
15. *Izco J.* Risk of extinction of plant communities: Risk and assessment categories. *Plant Biosystems*. 2015. Vol. 149. Iss. 3. P. 589–602. DOI: 10.1080/11263504.2014.1000998.
16. *Kalugina-Gutnik A.A.* Phytobenthos of the Black Sea. Kiev: Naukova dumka, 1975. 248 p. (in Russian).
17. *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. No. 8. P. 214–226. DOI: 10.1111/conl.12167.
18. *Keshavarzi B., Ebrahimi P., Moore F.A.* GIS-based approach for detecting pollution sources and bioavailability of metals in coastal and marine sediments of Chabahar Bay, SE Iran. *Chemie der Erde – Geochemistry*. 2015. Vol. 75. Iss. 2. P. 185–195.
19. *Madden C., Goodin K., Allee B., Finkbeiner M., Bamford D.* Coastal and Marine Ecological Classification Standard – Version III. NOAA and NatureServe, 2008. 77 p.
20. *Mil'chakova N.A., Aleksandrov V.V., Bondareva L.V., Pankeeva T.V., Chernysheva E.B.* Marine protected waters of the Crimea: a scientific reference. Simferopol: Orianda, 2015. 312 p. (in Russian).

21. *Mil'chakova N.A., Mironova N.V., Ryabogina V.G.*, Marine plant resources, in Commercial Biological Resources of the Black and Azov Seas. EKOSI-Gidrofizika, Sevastopol, 2011. Iss. 4. P. 117–139 (in Russian).
 22. *Moksness E., Dahl E., Støttrup J.* Global Challenges in Integrated Coastal Zone Management. John Wiley & Sons, Oxford, UK, 2013. Vol. II. 251 p.
 23. *Novikova A.M., Kashirina E.S., Novikov A.A., Polonsky A.B., Pankeeva T.V.* GIS in marine research: world experience and possibilities of its application on the example of the Black Sea region. Proceedings of the Karadag Scientific Station named after T.I. Vyazemsky – Nature Reserve of RAS. 2017. Vol. 1. Iss. 3. P. 54–66 (in Russian).
 24. *Olenin S., Ducrottoy J.-P.* The concept of biotope in marine ecology and coastal management. Marine Pollution Bulletin. 2006. Vol. 53. No. 1–4. P. 20–29.
 25. *Pankeeva T.V., Mironova N.V.* Reserves of macrophytes as an indicator of the state of underwater landscapes (the Black Sea), 2021. Bulletin of Moscow University. Series 5. Geography. No. 6. P. 102–112 (in Russian).
 26. *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. No. 2. P. 61–70. <https://journals.openedition.org/sapiens/1286>.
 27. *Roff J.C., Evans M.J.S.* Frameworks for marine conservation – non-hierarchical approaches and distinctive habitats. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, 2002. Vol. 12. P. 635–648.
 28. The Red Book of the Republic of Crimea. Plants, algae and mushrooms. Simferopol: OOO «IT «ARIAL», 2015. 480 p. (in Russian).
 29. The Red Book of the Russian Federation (Plants and Mushrooms). Moscow: KMK Scientific Press Ltd., 2008. 885 p. (in Russian).
 30. The Red Book of the Sevastopol. Sevastopol: ID «ROST-DOAFK», 2018. 432 p. (in Russian).
 31. UNDP/GEF Black Sea Ecosystem Recovery Project (Phase II). Final seminar draft report 14–15 February, 2008. Istanbul, 2008. 77 p.
 32. *Wood L.J., Dragicevic S.* GIS-based multicriteria evaluation and fuzzy sets to identify priority sites for marine protection. Biodivers. Conserv. 2007. Vol. 16. P. 2539–2558.
 33. *Zinova A.D.* Determinant of green, brown and red algae of the southern seas of the USSR. Leningrad: Nauka, 1967. 397 p. (in Russian).
-