

УДК 502.75:581.526.323(262.5)

Н.В. Миронова¹, Т.В. Панкеева^{2,3}

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАПАСОВ МАКРОФИТОВ У ДЖАНГУЛЬСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА

На основе гидробиотических исследований ключевых участков охраняемой акватории памятника природы «Прибрежно-аквальный комплекс (ПАК) у Джангульского оползневого побережья» (летний период, 2013 г.) изучены ресурсные составляющие макрофитобентоса и доминирующих видов водорослей. Выявлено, что различное геолого-геоморфологическое строение береговой зоны исследуемого района обуславливает определенные особенности распределения донной растительности, оказывает влияние на видовой состав макрофитов и их количественные показатели. Для абразионных берегов этого района отмечена типичная смена растительных сообществ, связанная лишь с увеличением глубины, снижением освещенности и волнения. Для абразионно-оползневых берегов на подводном береговом склоне характерны участки с различной крутизной и экспозицией. Здесь в составе фитоценозов, помимо эдификаторов, встречаются мозаичные группировки глубоководных и сезонно-зимних видов водорослей. Согласно расчетным данным, в акватории от бухты Малый Кабель до урочища Джангуль общие запасы макрофитобентоса оцениваются в 866,75 т, из которых 596,62 т приходится на виды цистозир и 50,34 т – на филлофору. Характерно, что ресурсы донной растительности и запасы видов цистозир на участке бухта Малый Кабель – балка Терновой, соответственно, в 1,3 и 1,2 раза выше, а филлофоры курчавой – в 1,1 раза ниже, по сравнению с этими же показателями на участке балка Терновая – урочище Джангуль, что связано со своеобразием геолого-геоморфологического строения этих участков. За период с 1965 по 2013 г. выявлено сокращение запасов донной растительности и ключевых видов водорослей, при этом наиболее выраженная их негативная трансформация отмечена в нижней сублиторальной зоне, что, возможно, связано как с комплексным воздействием природных факторов, так и с повышением трофности воды у берегов Черного моря. Тем не менее памятник природы «ПАК у Джангульского оползневого побережья» характеризуется высокими показателями ресурсной составляющей макрофитов, значительную степень сохранности цистозировых и филлофоровых фитоценозов. Этот район для западного побережья Крыма является своеобразным резерватом филлофоры курчавой, которая включена в Красную книгу Российской Федерации и в Красную книгу Крыма.

Ключевые слова: цистозира, филлофора, морские охраняемые акватории, урочище Джангуль

Введение. Морские охраняемые акватории (МОА) играют важную роль в сохранении ландшафтного и биологического разнообразия прибрежной зоны. В настоящее время на Крымском полуострове в прибрежной зоне расположен 31 объект, охрана которых осуществляется в соответствии с государственным законодательством, международными соглашениями и конвенциями [Милячакова и др., 2015].

За последние годы накоплены многочисленные сведения о флористическом составе макрофитобентоса на особо охраняемых природных объектах (ООПТ) у побережья Крыма [Маслов, 2001; Морские охраняемые..., 2015; Садогурский и др., 2019]. Однако, данные по многолетней динамике состава, структуре донных фитоценозов и их продукционные характеристики для МОА малочисленны [Миронова и др., 2009, 2011; Милячакова и др., 2011].

В прибрежной зоне памятника природы «Прибрежный аквальный комплекс (ПАК) у Джангульского оползневого побережья» научную и природо-

охранную ценность имеют цистозировые и филлофоровые сообщества, относящиеся к ключевым звеньям экосистемы Черного моря, имеющие высокий охранный статус в морях Европы [BIOMARE, 2020; Convention..., 2020]. Сложность геолого-геоморфологического строения побережья урочища Джангуль обусловило своеобразие распределения макрофитобентоса, что отражается на количественных показателях его ресурсной составляющей [Миронова и др., 2011]. Показательно, что исследуемый район отличается незначительной антропогенной нагрузкой, что обеспечивает высокую сохранность донной растительности. Тем не менее, в настоящее время в бассейне Черного моря почти повсеместно регистрируется существенная перестройка донных биоценозов и их деградация, не только на прибрежных антропогенно-преобразованных участках, но и в охраняемых акваториях. В современных условиях многие исследователи отмечают значительное снижение ресурсов черноморских макрофитов, которое особенно выражено в нижней сублиторальной

¹ Федеральний исследовательський центр Інститут біології южних морей імені А.О. Ковалевського РАН (г. Севастополь), відділ біотехнологій і фиторесурсів, ст. науч. с., канд. біол. н.; e-mail: dr.nataliya.mironova@yandex.ru

² Федеральний дослідницький центр Інститут біології южних морей імені А.О. Ковалевського РАН (г. Севастополь), відділ біотехнологій і фиторесурсів.

³ Філіал МГУ в г. Севастополі, ст. науч. с., канд. геогр. н.; e-mail: tatyana.pankееva@yandex.ru

зоне [Миронова и др., 2009, 2011; Мильчакова и др., 2011].

В связи с этим, цель работы – показать распределение запасов макрофитов в зависимости от особенностей геолого-геоморфологического строения береговой зоны, оценить ресурсы донной растительности и проанализировать многолетние тенденции изменений запаса фитомассы ключевых видов макрофитов у побережья памятника природы «ПАК у Джангульского оползневого побережья».

Материалы и методы исследований. Памятник природы «ПАК у Джангульского оползневого побережья» расположен на северо-западном побережье Тарханкутского полуострова (рис. 1). В зависимости от особенностей геолого-геоморфологического строения береговой зоны выделены два ключевых участка: бухта Малый Кастель – балка Терновая (1) и балка Терновая – урочище Джангуль (2). Природопользование на этих участках ограничено, рекреационная нагрузка незначительна.

1. *Бухта Малый Кастель – балка Терновая* (см. рис. 1). Площадь акватории участка составляет 44,44 га. Берега – абразионные, выработанные в слоистых сарматских известняках, высокие, обрывистые. У уреза воды имеются волноприбойные ниши глубиной до 1,5–2 м, глубокие врезы образуют пещеры. Прислоненные пляжи очень узкие, до 2–3 м шириной, круто поднимаются над урезом [Горячкин, Долотов, 2019]. Подводный склон приглубый, сложенный грубообломочным материалом с небольшими прогалинами песчаных и галечных отложений.

2. *Балка Терновая – урочище Джангуль* (см. рис. 1). Площадь акватории участка составляет 42,32 га. Исследуемый участок представляет собой оползневой массив, склоны прорезаны оврагами и балками, характерен глыбовый хаос, причудливые известняковые формы. Берег абразионный, сложен среднесарматскими пористыми и мергелистыми известняками, их подстилают нижнесарматские гли-

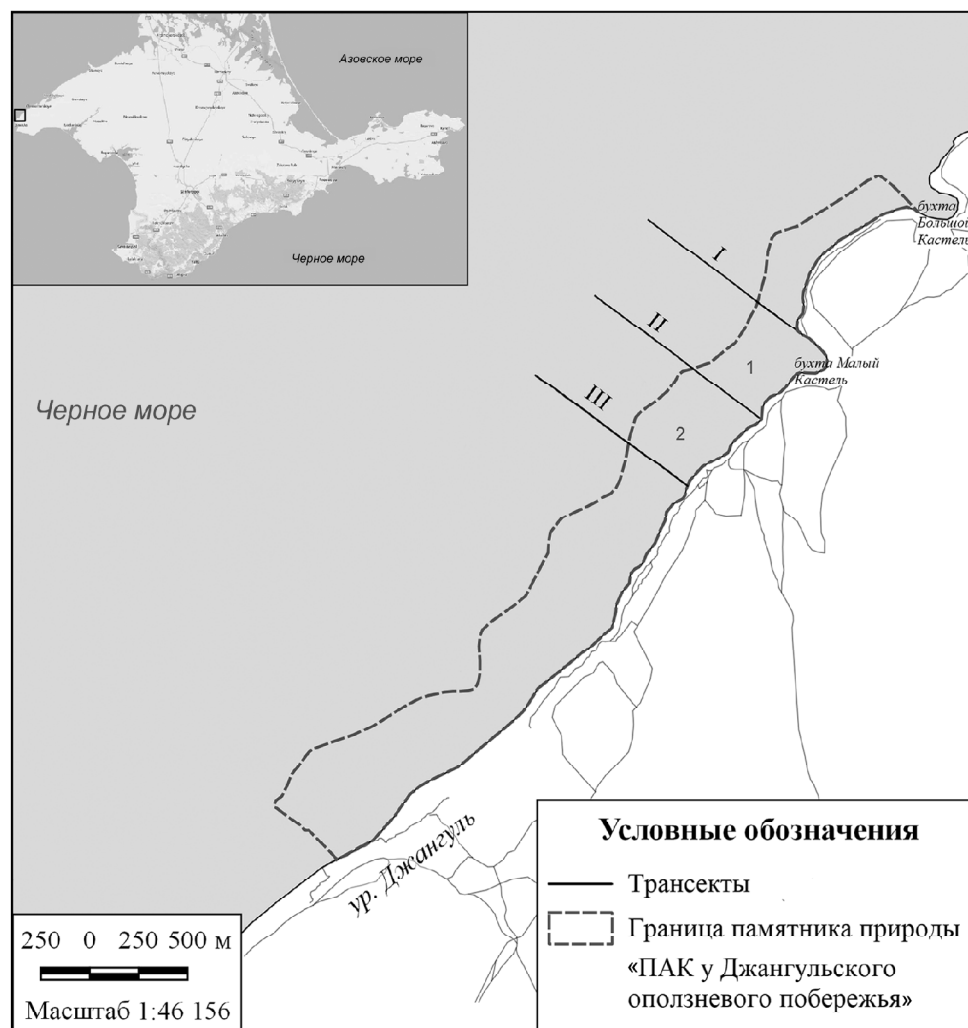


Рис. 1. Картограмма гидроботанических трансект в прибрежной зоне: бухта Малый Кастель (I), балка Терновая (II), урочище Джангуль (III) (I–III – номера трансект)

Fig. 1. Schematic map of hydrobotanical transects in the coastal zone: the Maly Kastel Bay (I), the Ternovaya gully (II), the Dzhangul area (III) (I–III – numbers of transects)

ны, что способствует сползанию больших участков суши в море и образованию оползневых террас. У подножия клифа развиваются абразионные процессы, типично каррообразование, формируются многочисленные гроты, ниши, карнизы, туннели, каменные хаосы, нагромождения глыб, а в акватории встречаются абразионные останцы (кекуры). Клиф на значительных по протяженности участках опускается на глубину 2–8 м. В береговой зоне щебнисто-галечные пляжи с песком и валунами расположены в вогнутостях оползневого «языка» [Горячкин, Долотов, 2019]. Подводный склон приглубый, образован глыбовым навалом до глубины 10–13 м, в промежутках между глыбами находятся прогалины песка и гравия. 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.

Авторами собраны, обработаны и проанализированы полевые материалы комплексной экспедиции, проведенной в береговой зоне на выделенных ключевых участках Джангульского оползневого побережья в летний период 2013 г. (см. рис. 1). Программа экспедиции включала сухопутные и прибрежные работы. В ходе сухопутных работ проведены маршрутные исследования физико-географических условий береговой зоны.

Для подводных исследований были заложены три трансекты, расположенные перпендикулярно к берегу, длина которых варьировала в зависимости от нижней границы обитания фитобентоса (см. рис. 1, табл. 1). Выбор места заложения трансект основывался на различиях в типах берегов. Работы в акватории выполняли с применением легководолазного снаряжения и с использованием маломерных судов. 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. Координаты трансект определяли при помощи портативного GPS-приемника (*Oregon 650*). Первоначально дайверы-исследователи (команда состояла из двух человек), снабженные дайв-компьютером (*AERIS F10*), проходили вдоль мерной линии, отме-

чая глубину через каждые 20 м, при этом выполняя фото- и видеосъемку, визуально описывали донные отложения, пользуясь классификацией морских обломочных осадков по гранулометрическому составу [Блинова и др., 2005]. В проведении морских полевых и сухопутных работ принимала участие канд. геогр. н. Панкеева Т.В.

Для изучения состава макрофитобентоса и оценки запасов донной растительности использованы материалы гидробиотической съемки, проведенной на подводном береговом склоне в границах цистозирового и цистозирово-филлофорового фитоценозов, что позволило сопоставить данные из экологически сходных биотопов. Отбор проб проводили по стандартной фитоценотической методике [Калугина-Гутник, 1975]. На глубинах 0,5, 1, 3, 5, 10 м, а также на границе фитали (13–14 м) закладывали по четыре учетные площадки размером 25×25 см, при этом дайвер визуально определял проективное покрытие дна макрофитами (ПП). Водоросли помещали в мешки из мельничного газа и в сыром виде доставляли в лабораторию, где определяли их видовой состав. Идентификацию водорослей проводили по определителю [Зинова, 1967] с учетом последних номенклатурных изменений. В лабораторных условиях при обработке материала учитывали общую биомассу (сырую) макрофитов, массу литофитов и эпифитов, массу видов цистозир (*Carpodesmia crinita* (Duby) Orellana & Sansón = *Cystoseira crinita* и *Treptacantha barbata* (Stackhouse) Orellana & Sansón = *Cystoseira barbata*) и филлофоры (*Phyllophora crispa* (Huds.) P.S. Dixon), которые являются видами-доминантами Черного моря. При определении сырой массы водоросли тщательно промокали фильтровальной бумагой, крупные формы взвешивали на весах с погрешностью 0,01 г, мелкие формы – на весах с погрешностью 0,001 г. В камеральной обработке проб принимали участие авторы. Всего было заложено 17 станций, собрано и обработано 68 количественных проб макрофитобентоса.

Выделение фитоценозов осуществляли согласно доминантной классификации по А.А. Калугиной-Гутник [1975]. Современные ресурсы макроводорослей (т, сырая масса) рассчитаны по методике, модифицированной для морских исследований [Блинова и др., 2005]. Уклон дна не превышал 0,06, поэтому при расчете запасов макрофитов он не учитывался.

Таблица 1

Координаты трансект, диапазон глубин и ширина фитали в прибрежной зоне от бухты Малый Кастель до урочища Джангуль

№ разреза	Координаты		Диапазон глубин, м	Ширина фитали, м
	Северная широта	Восточная долгота		
I	45°45,533	32°54,111	0,5–9,9	160
II	45°44,528	32°53,416	0,5–13,4	200
III	45°44,035	32°52,940	0,5–14,2	200

Для сравнительного анализа запасов макрофитов цистозирового и цистозирово-филлофорового фитоценозов, расположенных на подводном береговом склоне двух выделенных участков (бухта Малый Кастель – балка Терновая и балка Терновая урочище Джангуль), первоначально произведен расчет по глубинам в верхней (0,5–1 м), средней (3–5 м) и нижней (5–13 м) сублиторальных зонах. Описание современного состояния и пространственного распределения запасов макрофитов произведено канд. биол. н. Мироновой Н.В.

Информацию о донных компонентах, полученную в ходе водолазного описания, оформляли графически в виде профиля. В его основе лежит батиметрическая кривая, составленная по водолазному промеру. На батиметрической кривой различными условными обозначениями отражали литофациальные разности донных осадков и массовые виды макрофитов. Построены два профиля подводного берегового склона (I и III трансекты), которые соответствуют определенному типу берега. Для создания профиля использовали программный пакет *Surfer* версии 13.0.383.

На основе составленных профилей и расчета запасов макрофитов (общих и по глубинам) прове-

дено их сравнение для цистозирового и цистозирово-филлофорового фитоценозов исследуемых двух участков береговой зоны, отличающихся типом берега и геолого-геоморфологическим строением подводного берегового склона.

Для анализа изменений в составе фитобентоса и его ресурсной составляющей использовали архивные материалы экспедиций Института биологии южных морей (ИнБЮМ) (сборы А.А. Калугиной-Гутник, июль 1965 г.) и опубликованные результаты исследований, проведенные в тех же районах и по аналогичной методике, участником которых был один из авторов данного исследования [Миронова и др., 2009, 2011; Мильчакова и др., 2011].

Результаты исследований и их обсуждение. На основе гидрботанических исследований ключевых участков акватории показано распределение доминирующих видов макрофитобентоса и дана оценка запасов донной растительности.

1. *Бухта Малый Кастель – балка Терновая.* На глыбово-валунном бенче изучаемого участка на глубине от 0,5 до 5 м зарегистрирован цистозировый фитоценоз, тогда как на глубине 5–13 м среди грубообломочного материала появляются прогалины, заполненные гравийно-галечными с ракушкой отло-

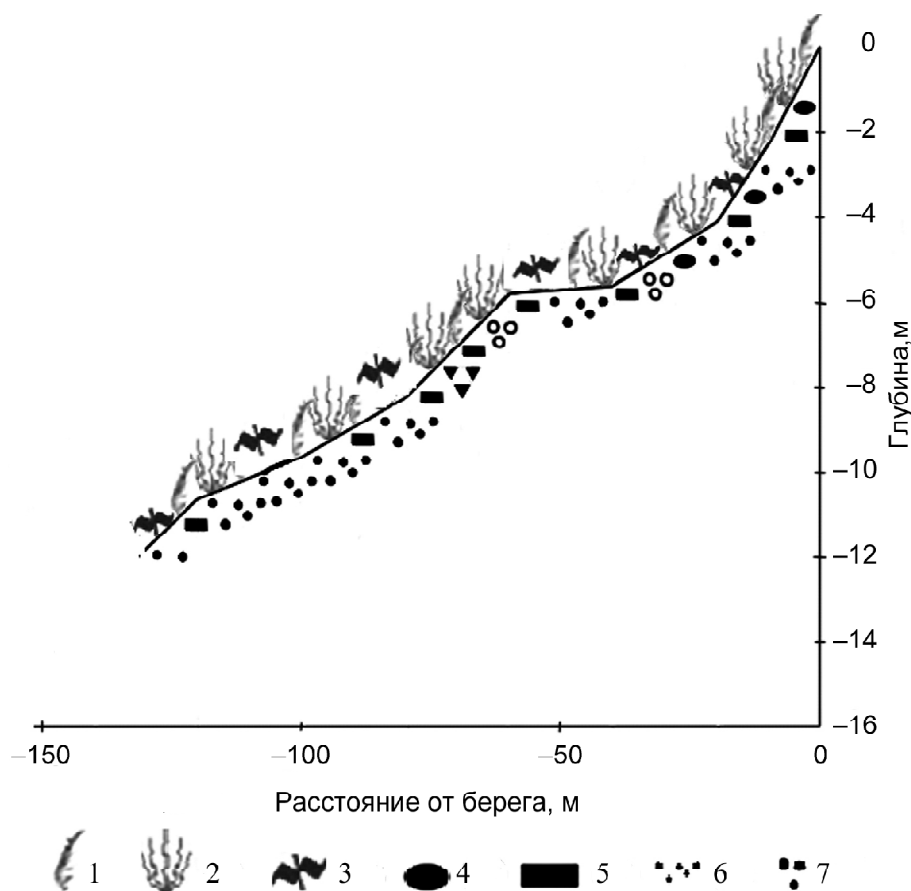


Рис. 2. Распределение доминирующих видов макрофитов на подводном береговом склоне акватории бухта Малый Кастель – балка Терновая: 1 – *Carpodesmia crinita*; 2 – *Treptacantha barbata*; 3 – *Phyllophora cripsa*; 4 – валуны; 5 – глыбы; 6 – песок; 7 – гравий

Fig. 2. Distribution of dominant macrophyte species on an abrasion upper shoreface slope of the Malyi Kastel Bay – Ternovaya gully water area: 1 – *Carpodesmia crinita*; 2 – *Treptacantha barbata*; 3 – *Phyllophora cripsa*; 4 – boulders; 5 – blocks; 6 – sand; 7 – gravel

жениями, где, помимо цистозирового сообщества, описан филлофоровый фитоценоз. Здесь проективное покрытие дна макрофитами (ПП) при увеличении глубины в изучаемом диапазоне снижается в 20 раз (от 100 до 5%) (рис. 2).

На этом участке на глубинах, где преобладают виды цистозир, общие запасы макрофитобентоса оцениваются в 235,38 т. Максимальная величина запаса фитомассы макрофитов отмечена на глубине 0,5–1 м, а минимальная – на глубине от 3 до 5 м и уменьшается с увеличением глубины примерно в 2 раза (табл. 2). Запасы *Treptacantha barbata* и *Carpodesmia crinita* составляют 180,15 т, их доля в общих запасах макрофитов достаточно высокая (см. табл. 2). Характерно, что запас фитомассы видов цистозир в диапазоне глубин от 0,5 до 5 м снижается почти в 3 раза (от 50,20 до 19,59 т га⁻¹). Запасы *Phyllophora crispa* не превышают 2,43 т, из них 96% приурочено к глубине от 3 до 5 м, в верхней сублиторальной зоне (глубина 0,5–1 м) этот вид не встречается.

По расчетным данным общие запасы макрофитобентоса на глубинах, где представлены цистозиро-филлофоровые фитоценозы, определены в 254,53 т. Запас фитомассы макрофитов при увеличении глубины от 5 до 13 м снижается почти в 6 раз (см. табл. 2). Запасы видов цистозир оценены в 148,01 т, их доля при увеличении глубины снижается более чем в 1,5 раза, тогда как филлофоры возрастает почти в 19 раз (см. табл. 2). Общие запасы филлофоры составляют 21,6 т, при этом в районе балки Терновой на глубине от 10 до 13 м обнаружены массовые скопления этого вида; здесь сосредоточено 73% ее запасов, рассчитанных для всего участка.

2. Балка Терновая – урочище Джангуль. На глыбово-валунном бенче этого участка на глубине от 0,5 до 10 м описан цистозировый фитоценоз, а на глубине 10–13 м, помимо цистозирового сообщества, зарегистрирован филлофоровый фитоценоз, который приурочен к гравийно-галечным с ракушей отложениям. Здесь при увеличении глубины в изучаемом диапазоне ПП снижается в 11 раз (от 75 до 5%) (рис. 3).

На этом участке на глубинах, где преобладают виды цистозир, общие запасы макрофитов оцениваются в 302,01 т, а цистозир – в 237,53 т. Показательно, что на глубине 0,5–1 м донные отложения частично представлены хорошо окатанными валунами, что в условиях высокой гидродинамической активности этой зоны затрудняет произрастание макрофитобентоса. В связи с этим запас фитомассы макрофитов и цистозир на этой глубине ниже, чем эти же показатели на глубине 1–3 м, где они достигают максимальных величин (табл. 3). Доля доминирующих видов цистозир довольно высока. Характерно, что запас фитомассы макрофитов, *Treptacantha barbata* и *Carpodesmia crinita* при увеличении глубины от 3 до 10 м снижается в 2,5 и 3 раза соответственно (см. табл. 3). Запасы *Phyllophora crispa* составляют 6,23 т, при этом 68,5% их приурочено к глубине 5–10 м, тогда как на глубине от 0,5 до 1 м этот вид не был обнаружен.

На глубине свыше 10 м подводный склон вылаживается, между глыбовым навалом встречаются прогалыны с песчано-гравийными отложениями. Показательно, что на глубине 10–14 м общие запасы макрофитов невелики (74,83 т), запасы цистозир оцениваются в 30,93 т, а филлофоры – 20,06 т. Характерно, что на этих глубинах доля видов цистозир в 1,5 раза выше, чем вклад филлофоры курчавой (см. табл. 3).

Анализ полученных результатов показал, что различное геолого-геоморфологическое строение береговой зоны ключевых участков обуславливает определенные особенности распределения донной растительности, что оказывает влияние на количественные показатели ее ресурсной составляющей. Так, на участке балка Терновая – урочище Джангуль на хорошо окатанных валунах на глубине 0,5–1 м в составе донной растительности обильно представлены мелкогабаритные, в основном сезонно-летние виды (*Dictyota fasciola* (Roth) J.V.L., *Padina pavonica* (L.) Thivy), поскольку в этой зоне затруднено произрастание крупных форм макрофитобентоса. Пересеченный подводный рельеф на этом участке приводит к формированию склонов с различной крутизной и экспозицией. Поэтому здесь на абразионно-оползневых террасах в составе фитоценозов, помимо эдификаторов, встречаются мозаичные группировки глубоководных (*Nereia filiformis* (J. Ag.) Zanard., *Zanardinia typus* (Nardo) P.C. Silva), а также сезонно-зимних видов (*Ectocarpus*

Таблица 2

Изменение площади, диапазона глубин, запаса фитомассы макрофитов и доли доминирующих видов водорослей на участке бухта Малый Кабель – балка Терновая в 2013 г.

Фитоценоз	Глубина, м	Площадь, га	Запас фитомассы макрофитов, т/га ⁻¹	Доля, %	
				видов цистозир	филлофоры курчавой
Цистозировый	0,5–1	0,20	51,40	97,7	0
	1–3	0,98	42,07	91,4	0,2
	3–5	6,76	27,20	72,0	1,3
Цистозиро-филлофоровый	5–10	15,37	13,55	62,3	2,0
	10–13	21,13	2,19	39,4	37,8

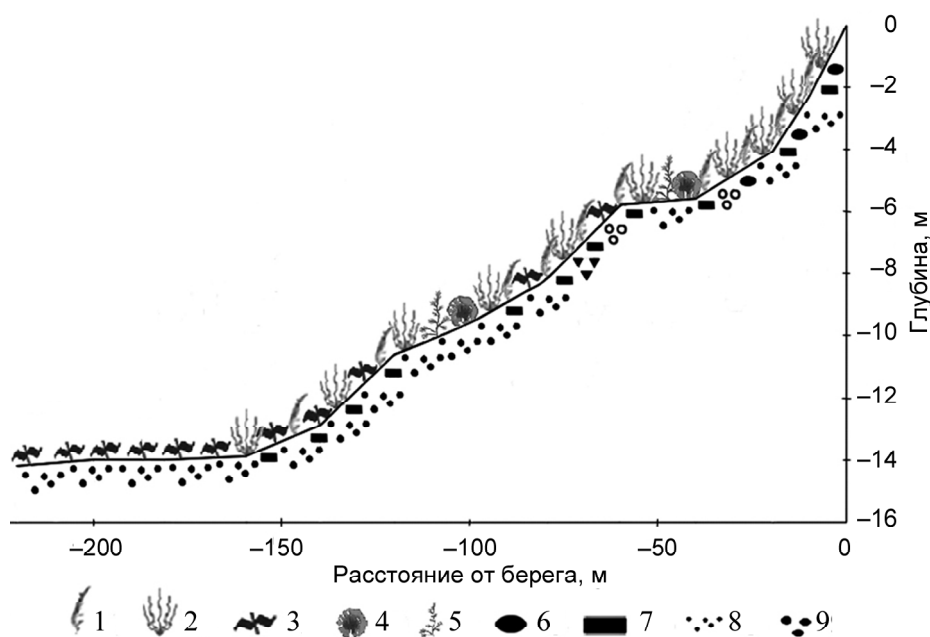


Рис. 3. Распределение доминирующих видов макрофитов на подводном береговом склоне акватории балка Терновая – урочище Джангуль: 1 – *Carpodesmia crinita*; 2 – *Treptacantha barbata*; 3 – *Phyllophora cripса*; 4 – *Zanardinia typus*; 5 – *Nereia filiformis*; 6 – валуны; 7 – глыбы; 8 – песок; 9 – гравий

Fig. 3. Distribution of dominant macrophyte species on an abrasion upper shoreface slope of the Ternovaya gully – Dzhangul area water area: 1 – *Carpodesmia crinita*; 2 – *Treptacantha barbata*; 3 – *Phyllophora cripса*; 4 – *Zanardinia typus*; 5 – *Nereia filiformis*; 6 – boulders; 7 – blocks; 8 – sand; 9 – gravel

siliculosus (Dillwyn) Lyngb. (= *E. confervoides*)). На этом участке на подводном береговом склоне, выработанном в абразионно-обвальнoй толще, на глубине 6–10 м отмечен перегиб бенча, где проходит нижняя граница распространения цистозирового пояса, при этом донная растительность отмечена до глубины 13–14 м.

На участке бухта Малый Кафель – балка Терновaя в распределении макрофитобентоса наблюдается типичная смена растительных сообществ, связанная лишь с увеличением глубины, которая обуславливает ослабление освещенности и волнения. Нижняя граница произрастания макрoводорослей здесь проходит на глубине 10–13 м.

Таким образом, на исследуемых участках наиболее существенные различия в запасе фитомассы

макрофитов и цистозиры наблюдаются на глубине 0,5–5 м. В диапазоне этих глубин на участке балка Терновaя – урочище Джангуль значительно более низкие показатели величин объясняются гранулометрическим составом донных осадков в сочетании с высокой гидродинамической активностью на малых глубинах и наличием глыбового навала – глубже, по сравнению с этими же значениями на участке бухта Малый Кафель – балка Терновaя.

По мере увеличения глубины от 5 до 10(14) м подводный береговой склон на обоих участках вылаживается, здесь отмечено чередование грубообломочного субстрата с галечно-гравийными с битой ракушей донными отложениями. На этих глубинах различия между участками слабовыраженные, поэтому показатели запаса фитомассы макро-

Таблица 3

Изменение площади, диапазона глубин, запаса фитомассы макрофитов и доли доминирующих видов водорослей на участке балка Терновaя – урочище Джангуль в 2013 г.

Фитоценоз	Глубина, м	Площадь, га	Запас фитомассы макрофитов, т/га ⁻¹	Доля, %	
				видов цистозиры	филлофоры курчавой
Цистозировый	0,5–1	0,24	18,96	97,8	0
	1–3	1,23	21,71	91,2	0,4
	3–5	7,84	19,44	85,5	1,2
	5–10	15,00	7,89	66,2	0,3
Цистозирово-филлофоровый	10–14	21,01	3,56	41,3	26,8

фитов и цистозирь сходные и варьируют в относительно нешироких пределах (см. табл. 2, 3).

В то же время для обоих участков характерны общие тенденции, обусловленные ослаблением освещенности, которые выражаются в снижении запаса фитомассы макрофитов в 5–23,5 раза при увеличении глубины от 0,5 до 10(14) м. В этом диапазоне глубин доля видов цистозирь сокращается с 98 до 39(41)%, а вклад филлофорь возрастает от 0 до 27(38)% общих запасов макрофитов. Помимо этого, вдоль всего побережья вклад эпифитной сингузии возрастает при увеличении глубины и достигает максимальных величин (19–27% общих запасов макрофитов) на глубине 3–10 м. Среди эпифитов преобладает *Vertebrata subulifera* (C. Ag.) Kuntz. = *Polysiphonia subulifera*.

Сравнительный анализ ресурсов донной растительности и доминирующих видов водорослей исследуемых участков показал, что плотность распределения макрофитобентоса зависит от геолого-морфологического строения подводного склона, на который оказывает существенное влияние рельеф надводной части берега [Вилкова, 2005; Игнатов и др., 2014]. Влияние особенностей рельефа дна на изменения в структурных элементах и количественных показателях сообществ фитобентоса ранее отмечалось в ряде работ [Вилкова, 2005; Симакова, 2009]. В своих трудах С.Е. Садогурский [2018] также обратил внимание на различия в видовом разнообразии и биомассе макрофитобентоса в зависимости от особенностей геолого-геоморфологического строения берегов двух близкорасположенных мысов на Тарханкутском полуострове.

В целом, в районе от бухты Малый Кастель до урочища Джангуль общие запасы макрофитобентоса оцениваются в 866,75 т, из которых 596,62 т приходится на виды цистозирь (*Carpodesmia crinita* и *Treptacantha barbata*) и 50,34 т – на *Phyllophora crispa*. Таким образом, на 1 га исследуемого при-

брежья сосредоточено 9,66 т макрофитов, в том числе 6,65 т цистозирь и 0,56 т филлофорь. Характерно, что ресурсы донной растительности и запасы видов цистозирь на участке бухта Малый Кастель – балка Терновая соответственно в 1,3 и 1,2 раза выше, а филлофорь курчавой – в 1,1 раза ниже, по сравнению с этими же показателями на участке балка Терновая – урочище Джангуль, что, как показано выше, связано с различиями в геолого-геоморфологическом строении прибрежной зоны.

Сведения из архивных материалов ИнБЮМ и литературные данные позволяют провести сравнительный анализ состава макрофитобентоса, а также их ресурсов и запасов доминирующих видов водорослей на некоторых глубинах в районе бухта Малый Кастель – урочище Джангуль за 2008–2013 и 1965–2013 г. Выявлено, что за эти годы структура и количественные показатели фитоценозов значительно изменились. На всех исследованных глубинах отмечена тенденция снижения запаса фитомассы макрофитов и видов цистозирь как за пять лет, так и за почти полувековой период.

В районе бухта Малый Кастель – урочище Джангуль в верхней сублиторальной зоне при увеличении глубины от 0,5 до 3 м отмечено уменьшение запаса фитомассы макрофитов в 1,2–1,3 раза, тогда как запас фитомассы цистозирь снизился всего в 1,1 раза за 2008–2013 гг. (табл. 4). Однако, за этот срок в средней и нижней сублиторальных зонах (глубины 3–5 и 5–10 м) уменьшение этих показателей макрофитов и цистозирь более существенно (в 1,4–1,3 и 1,5–1,7 раза соответственно). Характерно, что за пять лет (2008–2013) зарегистрировано увеличение запаса фитомассы филлофорь на глубине 3–5 м и снижение этой величины на глубине 5–10 м (см. табл. 4). В верхней сублиторальной зоне доля эпифитирующих водорослей уменьшилась в 2,3 и 1,4 раза, тогда как глубже их вклад возрос в 1,6 и 1,9 раза соответственно.

Таблица 4

Изменение площади, диапазона глубин, доли эпифитов, запаса фитомассы макрофитов и доминирующих видов водорослей на подводном береговом склоне, где преобладают виды цистозирь, в районе бухта Малый Кастель – урочище Джангуль по годам

Площадь, га	Диапазон глубин, м	Год	Доля эпифитов, %	Запас фитомассы, т/га ⁻¹		
				макрофитов	видов цистозирь	филлофорь курчавой
0,44	0,5–1	2013	3,1	33,7	32,9	0
		2008	7,2	41,0	34,8	0
2,21	1–3	2013	7,9	30,7	28,1	0,1
		2008	11,1	39,5	32,3	0,1
		1965	2,2	43,1	42,1	0
14,60	3–5	2013	18,7	23,0	18,0	0,3
		2008	11,6	33,0	27,5	0,2
		1965	1,3	44,4	43,5	0
30,37	5–10	2013	26,9	10,8	6,9	0,3
		2008	13,8	14,1	11,6	0,4

Более существенная структурная трансформация растительной компоненты выявлена в этом районе за почти полувековой период. Запас фитомассы макрофитов и видов цистозеры на глубине 1–3 м уменьшился в 1,4 и 1,5 раза соответственно, а на глубине от 3 до 5 м – в 1,9 и 2,4 раза соответственно за 1965–2013 гг. (см. табл. 4). На этих глубинах 48 лет назад филлофора не встречалась, а доля эпифитной синузии была незначительной и варьировала от 2,2 до 1,3% общих запасов макрофитов. К 2013 г. на глубине 1–3 и 3–5 м вклад эпифитов увеличился в 3,6 и 14,4 раза соответственно, при этом существенно изменился их видовой состав. Так, если в 1965 г. среди эпифитирующих водорослей преобладала *Laurencia coronopus* J. Ag., то в 2013 г., помимо *Vertebrata subulifera*, обильно были представлены виды *Cladophora* и *Ceramium*.

Анализ направленности многолетних изменений запасов макрофитобентоса показал не только перестройки в его составе, но и выявил подъем нижней границы произрастания многих глубоководных видов водорослей, в том числе и филлофоры курчавой. За последние годы известны многочисленные сведения о ее массовом произрастании вдоль кавказского и крымского шельфов на глубине 3–10 м вместо характерных 25–30 м, при этом запасы вида снизились более чем втрое [Вилкова, 2005; Симакова, 2009; Миронова и др., 2009, 2011; Мильчакова и др., 2011].

В 1965 г. наибольший запас фитомассы цистозеры приходился на глубину 3–5 м, где ранее отмечали эколого-фитоценотический оптимум этих видов [Калугина-Гутник, 1975]. В настоящее время граница их максимального распространения сместилась на меньшую глубину, что, в целом, характерно для черноморского побережья Крыма [Миронова и др., 2009, 2011; Мильчакова и др., 2011]. Показательно, что за 1965–2013 гг. в районе бухты Малый Кастель – урочище Джангуль в верхней сублиторальной зоне (глубина 1–3 м) скопления цистозеры сократились незначительно, а на глубине 3–5 м они снижались более резко (см. табл. 4). Сходные изменения зафиксированы на многих участках крымского и кавказского побережий [Вилкова, 2005; Симакова, 2009; Миронова и др., 2009, 2011; Мильчакова и др., 2011]. Так, если в 1960–1970-х гг. нижняя граница произрастания цистозеры у берегов Крыма была зафиксирована на глубине 18–20 м, то к настоящему времени на этих глубинах она почти полностью исчезла [Калугина-Гутник, 1975; Миронова и др., 2009, 2011; Мильчакова и др., 2011]. Например, в работе Калугиной с соавторами [1967] было указано, что в 1964–1965 гг. на Тарханкутском полуострове в районе от м. Прибойный до бухты Черноморской (Джангульское оползневое побережье находится внутри этого района) массовые заросли цистозеры протянулись от уреза воды до глубины 10–12 м, при этом их ширина колебалась от 300 до 900 м. В 2013 г. в этом районе граница встречаемости донной растительности не превышала 200 м (см. табл. 1).

Тем не менее в акватории памятника природы «ПАК у Джангульского оползневого побережья»,

несмотря на произошедшие изменения в составе макрофитобентоса, исследования показали высокие показатели ресурсной составляющей макрофитов, значительную степень сохранности цистозировых и филлофоровых фитоценозов, а также существенное флористическое разнообразие водорослей.

Поскольку макрофиты являются основным продукционным звеном прибрежных экосистем и выполняют в них важнейшую средообразующую роль, то их количественные показатели имеют существенное значение для формирования экологической сети, оптимизации рационального природопользования и устойчивого развития береговой зоны. Согласно монографической сводке макрофитов Черного моря [Калугина-Гутник, 1975], изучаемое побережье относится к Тарханкутско-Севастопольскому гидробиотаническому району. Для сохранения ландшафтного и биологического разнообразия этого района созданы ООПТ, в состав которых входит морская акватория (ПАК у Джангульского оползневого побережья, ПАК у мыса Атлеш, ПАК у мыса Лукулл) (рис. 4). Все объекты ООПТ имеют статус памятника природы регионального значения, профиль – гидрологический.

Сравнительный анализ запаса фитомассы макрофитобентоса и доминирующих видов водорослей вдоль западного побережья Крыма показал, что Джангульское оползневое побережье является своеобразным резерватом филлофоры курчавой [Красная книга РФ, 2008], несмотря на то что ресурсы макрофитов и видов цистозеры несколько ниже, по сравнению с этими же величинами на других ООПТ (см. рис. 4). Показательно, что в прибрежной зоне высокие значения общих запасов макрофитобентоса связаны с обильным развитием эпифитных синузид и сопутствующих видов водорослей, которые обычно регистрируются в районах, подверженных антропогенному загрязнению, тогда как величина запаса цистозеры, помимо трофности среды, во многом зависит от особенностей геолого-геоморфологического строения подводного берегового склона.

В дальнейшем количественные показатели запаса фитомассы макрофитов и доминирующих видов водорослей могут быть использованы для разработки научно-практических основ оптимизации морского природопользования, в том числе позволят давать рекомендации по созданию морских охраняемых акваторий, которые будут способствовать сохранению ландшафтного и биологического разнообразия региона.

Выводы:

– показано, что различное геолого-геоморфологическое строение береговой зоны исследуемого района обуславливает определенные особенности распределения донной растительности, оказывает влияние на видовой состав макрофитов и их количественные показатели. Для абразионных берегов этого района отмечена типичная смена растительных сообществ, связанная с увеличением глубины, снижением освещенности и волнения. Для абразион-

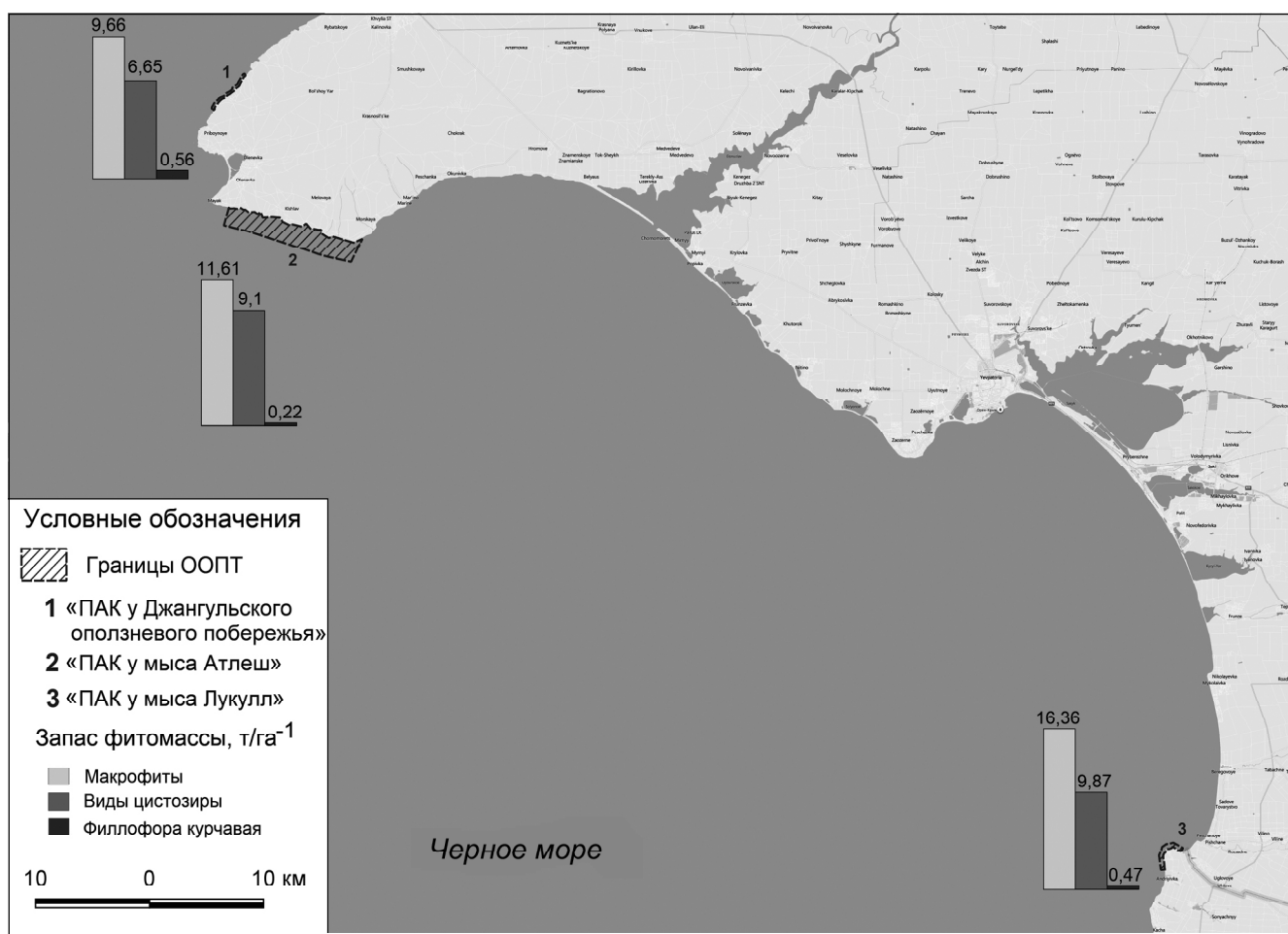


Рис. 4. Запас фитомассы макрофитов, цистозир и филлофоры на ООПТ западного побережья Крыма.

Примечание: сведения о количественных показателях макрофитобентоса «ПАК у мыса Атлеш» [Мильчакова и др., 2011]; «ПАК у мыса Лукулл» [Миронова, Панкеева, 2016]

Fig. 4. Phytomass stock of macrophytes, *Cystoseira* and *Phyllophora* within protected areas of the western coast of Crimea.

Note: information about quantitative indicators of macrophytobenthos "CAC near the cape Atlesh" [Mil'chakova et al., 2011]; "CAC near the cape Lukull" [Mironova, Pankeeva, 2016]

но-оползневых берегов на подводном береговом склоне характерны участки с различной крутизной и экспозицией. Здесь в составе фитоценозов, помимо эдификаторов, встречаются мозаичные группировки глубоководных и сезонно-зимних видов водорослей;

– согласно расчетным данным, в акватории от бухты Малый Кабель до урочища Джангуль общие запасы макрофитобентоса оцениваются в 866,75 т, из которых 596,62 т приходится на виды цистозир (*Carpodesmia crinita* и *Treptacantha barbata*) и 50,34 т – на *Phyllophora crispa*. Таким образом, на 1 га исследуемого побережья сосредоточено 9,66 т макрофитов, в том числе 6,65 т цистозир и 0,56 т филлофоры. Характерно, что ресурсы донной растительности и запасы видов цистозир на участке бухты Малый Кабель – балка Терновая в 1,3 и 1,2 раза выше, а филлофоры курчавой – в 1,1 раза ниже по сравнению с этими же показателями на участке балка Терновая – урочище Джангуль, что связано со своеобразием геолого-геоморфологического строения этих участков;

– в исследуемом районе за период с 1965 по 2013 гг. выявлено сокращение запасов донной растительности и ключевых видов водорослей, при этом их наиболее выраженная негативная трансформация отмечена в нижней сублиторальной зоне, где зарегистрировано резкое снижение ресурсного потенциала макрофитобентоса, что, возможно, связано с комплексным воздействием как природных факторов, так и повышением трофности воды у берегов Черного моря;

– памятник природы «ПАК у Джангульского оползневое побережья», несмотря на произошедшие изменения в составе макрофитобентоса, характеризуется высокими показателями ресурсной составляющей макрофитов, значительной степенью сохранности цистозировых и филлофоровых фитоценозов. Этот район для западного побережья Крыма является своеобразным резерватом филлофоры курчавой, которая включена в красные книги Российской Федерации и Крыма.

Благодарности. Исследование было выполнено в рамках государственного задания № АААА-А18-118021350003-6 Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН. Авторы статьи выражают благодарность группе водолазов, работавших под руководством Олега Солдаткина (Черноморское, Крым), и председателю Союза дайверов Удмуртии Владимиру Федорову (трагически погибшему) за сотрудничество и оказанную помощь в сборе полевого материала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 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. Вып. 3. М.: Изд-во ВНИРО, 2005. С. 80–127.
- Вилкова О.Ю. Роль рельефа береговой зоны в распределении макробентоса // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2005. 8 с. Деп. ВИНТИ № 1115 от 01.08.05.
- Горячкин Ю.Н., Долотов В.В. Морские берега Крыма. Севастополь: КОЛОРИТ, 2019. 256 с.
- Зинова А.Д. Определитель зеленых, бурых и красных водорослей южных морей СССР. Л.: Наука, 1967. 397 с.
- Игнатов Е.И., Орлова М.С., Санин А.Ю. Береговые морфосистемы Крыма. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2014. 266 с.
- Калугина А.А., Куликова Н.М., Лачко О.А. Качественный состав и количественное распределение фитобентоса в Каркинитском заливе // Донные биоценозы и биология бентосных организмов Черного моря. Киев: Наукова думка, 1967. С. 28–51.
- Калугина-Гутник А.А. Фитобентос Черного моря. Киев: Наукова думка, 1975. 248 с.
- 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; сост. Р.В. Камелин и др. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 885 с.
- Маслов И.И. Фитобентос заповедной акватории «Прибрежный аквальный комплекс у мыса Атлеш» (Черное море) // Экология моря: сб. науч. тр. Севастополь, 2001. Вып. 56. С. 30–34.
- Мильчакова Н.А., Миронова Н.В., Рябогина В.Г. Морские растительные ресурсы // Промысловые биоресурсы Черного и Азовского морей / под ред. В.Н. Еремеева. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2011. С. 117–139.
- Миронова Н.В., Мильчакова Н.А., Рябогина В.Г. Оценка состояния ресурсов макрофитов некоторых объектов природно-заповедного фонда у берегов Крыма // Заповедники Крыма. Теория, практика и перспективы заповедного дела в Черноморском регионе: материалы V Междунар. науч.-практ. конф. (Симферополь, 22–23 окт. 2009 г.). Симферополь, 2009. С. 205–208.
- Миронова Н.В., Мильчакова Н.А., Рябогина В.Г. Особенности многолетней динамики ресурсов макрофитов в прибрежной зоне Тарханкутского п-ова (Черное море) // Каразинские естественнонаучные студии: материалы науч. конф. с междунар. участием, посвященной 100-летию со дня рождения Ю.Н. Прокудина и А.М. Матвиенко (Харьков, 1–4 февр. 2011 г.). Харьков, 2011. С. 60–62.
- Миронова Н.В., Панкеева Т.В. Запасы макрофитов как показатель экологического состояния береговой зоны региона Севастополя // Морские биологические исследования: достижения и перспективы: сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, приуроченной к 145-летию Севастопольской биол. станции (Севастополь, 19–24 сент. 2016 г.): в 3 т. Т. 3 / под общ. ред. А.В. Гаевской. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2016. С. 306–309.
- Морские охраняемые акватории Крыма / Мильчакова Н.А. и др. Симферополь: Н. Орианда, 2015. 312 с.
- Садогурский С.Е., Белич Т.В., Садогурская С.А. Макрофиты прибрежно-морских акваторий природных заповедников Крымского полуострова (Черное и Азовское моря) // Альгология. 2019. Т. 29. № 3. С. 322–351.
- Садогурский С.Е. Макрофитобентос прибрежной акватории у мыса Тарханкут (Крым, Черное море) // Альгология. 2018. Т. 28. № 1. С. 40–56. DOI: 10.15407/alg28.01.040.
- Симакова В.В. Влияние рельефа дна на сообщество цистозир Северокавказского побережья Черного моря // Океанология. 2009. Т. 49. № 5. С. 672–680.
- Электронные ресурсы
- BIOMARE: Implementation and networking of large scale, long term MARine BIOdiversity research in Europe, URL: <http://www.biomareweb.org> (access date 24.06.2020).
- Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats (Bern Convention), URL: <http://conventions.coe.int/treaty/en/Treaties/Html/104.htm> (access date 24.06.2020).

Поступила в редакцию 21.07.2020

После доработки 10.09.2020

Принята к публикации 06.11.2020

N.V. Mironova¹, T.V. Pankeeva^{2,3}DISTRIBUTION OF MACROPHYTE RESOURCES NEAR
THE DZHANGUL COAST OF THE CRIMEAN PENINSULA

Based on hydrobotanical studies carried out in summer 2013 within key areas of the protected water area of the "Coastal-aquatic complex (CAC) near the Dzhangul landslide coast" nature monument, the resource components of macrophytobenthos and dominant algae species were studied. It was revealed that the geological and geomorphologic structure of the coastal zone of the studied area determines certain features of the bottom vegetation distribution, as well as the species composition of macrophytes and their quantitative indicators. Typical sequence of plant communities, associated with just increasing depth and decreasing light and wave intensity, was observed on the abrasive shores of the area. The abrasive-landslide seashores of the upper shoreface slope are characterized by varying steepness and slope exposure. Apart from edificators, the mosaic groups of deep-sea and seasonal-winter algae species are typical for the composition of phytocenoses there. According to the calculated data, the total reserves of macrophytobenthos in the water area from the Maly Kastel Bay to the Dzhangul area are estimated at 866.75 t, of which *Cystoseira* species account for 596.62 t and *Phyllophora* for 50.34 t. Characteristically, the resources of bottom vegetation and reserves of *Cystoseira* species in the area of the Maly Kastel Bay – the Ternovaya gully are respectively 1,3 and 1,2 times higher, and those of *Phyllophora crispa* 1,1 times lower than the same indicators for the Ternovaya gully – the Dzhangul area, which could be explained by specific features of the geological and geomorphologic structure of these areas. During the period from 1965 to 2013, a decrease in the reserves of bottom vegetation and key algae species was revealed. The most pronounced negative transformation was identified in the lower sublittoral zone, which may be due to the complex impact of both natural factors and increasing trophic capacity of water near the Black Sea coast. Nevertheless, the "CAC near the Dzhangul landslide coast" nature monument is characterized by high values of the resource component of macrophytes and a significant degree of preservation of *Cystoseira* and *Phyllophora* phytocenoses. The area is a certain reserve of *Phyllophora crispa* at the western coast of the Crimean Peninsula, which is included in the Red Books of the Russian Federation and the Crimea.

Key words: *Cystoseira*, *Phyllophora*, protected marine areas, the Dzhangul area

Acknowledgements. The research was carried out under the state scientific task of the Kovalevsky Institute of Marine Biological Research of RAS (IMBR) (no. AAAA-A18-118021350003-6). The authors are grateful to the staff of the group of divers who worked under the leadership of Oleg Soldatkin (the Chernomorskoe settlement, Crimea) and Vladimir Fedorov (tragically died), the chairman of the Union of Divers of Udmurtia, for their cooperation and assistance in collecting field material.

REFERENCES

- Blinova E.I., Pronina O.A., Shtrik V.A. [Recommended practice of commercial marine algae stock recording in the coastal zone], *Metody landshaftnykh issledovaniy i otsenki zapasov donnykh bespozvonichnykh i vodorosley morskoy pribrezhnoy zony. Izucheniye ekosistem rybokhozyaystvennykh vodoemov, sbor i obrabotka dannykh o vodnykh biologicheskikh resursakh, tekhnika i tekhnologiya ikh dobychi i pererabotki* [Ecosystem Studies of Fishery Reservoirs, Collection and Data Processing on Aquatic Biological Resources, Equipment and Technology of their Mining and Processing: Methods of Landscape Studies and Evaluation of Bottom Invertebrates and Algae from the Marine Coastal Zone], Moscow, VNIRO Publ., 2005, no. 3, p. 80–127. (In Russian)
- Goryachkin Yu.N., Dolotov V.V. *Morskie berega Kryma* [Sea coasts of Crimea], Sevastopol, COLORIT Publ., 2019, 256 p. (In Russian)
- Ignatov E.I., Orlova M.S., Sanin A.Yu. *Beregovyye morfosistemy Kryma* [Coastal morphosystems of Crimea], Sevastopol, EKOSI-Gidrofizika Publ., 2014, 266 p. (In Russian)
- Kalugina A.A., Kulikova N.M., Lachko O.A. [Qualitative composition and quantitative distribution of phytobenthos in the Karkinit Bay], *Donnye biotsenozy i biologiya bentosnykh organizmov Chernogo moraya* [Bottom biocenoses and biology of benthic organisms of the Black Sea], 1967, Kiev, p. 28–51. (In Russian)
- Kalugina-Gutnik A.A. *Fitobentos Chernogo moraya* [Phytobenthos of the Black Sea], Kiev, Naukova dumka Publ., 1975, 248 c. (In Russian)
- Krasnaya kniga Rossiyskoy Federatsii (rasteniya i griby) [Red Book of the Russian Federation (Plants and Mushrooms)], Ministerstvo prirodnnykh resursov i ekologii RF, Federal'naya sluzhba po nadzoru v sfere prirodopol'zovaniya, RAN, Rossiyskoe botanicheskoe obshchestvo, MGU im. M.V. Lomonosova, sost. R.V. Kamelin, Moscow, Tovarishestvo nauchnykh izdaniy, KMK Publ., 2008, 885 p. (In Russian)
- Maslov I.I. *Fitobentos zapovednoy akvatorii "Pribrezhnyy akval'nyy kompleks u mysy Atleshe"* (Chernoe more) [The

¹ Federal Research Center "Institute of Biology of the Southern Seas named after A.O. Kovalevsky RAS" (Sevastopol), Department of Biotechnology and Phytoresources, Senior Researcher, PhD in Biology; e-mail: dr.nataliya.mironova@yandex.ru

² Federal Research Center "Institute of Biology of the Southern Seas named after A.O. Kovalevsky RAS" (Sevastopol), Department of Biotechnology and Phytoresources, Senior Researcher, PhD in Biology.

³ Sevastopol branch of Moscow State University, Senior Researcher, PhD in Geography; e-mail: tatyapankeeva@yandex.ru

phytobenthos from "The costal aquatic reserve nearby the cape Atlesh" (the Black Sea)], *Ekologiya morya*, 2001, iss. 56, p. 30–34. (In Russian)

Mil'chakova N.A., Mironova N.V., Ryabogina V.G. [Marine plant resources], *Promyslovye bioresursy Chernogo i Azovskogo morey* [Commercial bioresources of the Black and Azov Seas], V.N. Ereemeev et al. (eds.), Sevastopol, Ekosi-Gidrofizika Publ., 2011, p. 117–139. (In Russian)

Mironova N.V., Mil'chakova N.A., Ryabogina V.G. [Assessment of the state of macrophyte resources of some objects of the nature reserve fund off the coast of Crimea], *Zapovedniki Kryma. Teoriya, praktika i perspektivy zapovednogo dela v Chernomorskom regione* [Reserves of Crimea. Theory, practice and prospects of nature conservation in the Black Sea region], 2009, p. 205–208. (In Russian)

Mironova N.V., Mil'chakova N.A., Ryabogina V.G. [Features of long-term dynamics of macrophyte resources in the coastal zone of the Tarkhankut Peninsula (the Black Sea)], *Karazinskie estestvennonauchnye studii: materialy Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii, posvyashchennaya 100-letiyu so dnya rozhdeniya professorov Khar'kovskogo universiteta Yu.N. Prokudina i A.M. Matvienko* [Karazin natural science studies. Materials of the scientific conference with international participation dedicated to the 100th anniversary of the birth of Yu.N. Prokudin, A.M. Matvienko, Professors of the Kharkov University], 2011, p. 60–62. (In Russian)

Mironova N.V., Pankeeva T.V. [Macrophyte reserves as an indicator of the ecological state of the coastal zone of the Sevastopol region], *Morskie biologicheskie issledovaniya: dostizheniya i perspektivy* [Marine biological research: achievements and prospects], A.V. Gaevskaya (ed.), 2016, vol. 3, p. 306–309. (In Russian)

Morskie okhranyaemye akvatorii Kryma [Marine protected water areas of Crimea], N.A. Milchakova et al., Simferopol, N. Orianda Publ., 2015, 312 p. (In Russian)

Sadogurskiy S.E., Belich T.V., Sadogurskaya S.A. Makrofity pribrezhno-morskikh akvatorii prirodnikh zapovednikov Krymskogo poluostrova (Chernoe i Azovskoe morya) [Macrophytes of the marine water areas of the nature reserves in the Crimean Peninsula (the Black Sea and the Azov Sea)], *Al'gologiya*, 2019, vol. 29, no. 3, p. 322–351, DOI: 10.15407/alg29.03.322. (In Russian)

Sadogurskiy S.E. Makrofitobentos pribrezhnoy akvatorii u mysy Tarkhankut (Krym, Chernoe more) [Macrophytobentos of the Tarkhankut Cape coastal water area (the Crimean Peninsula, the Black Sea)], *Al'gologiya*, 2018, vol. 28, no. 1, p. 40–56, DOI: 10.15407/alg28.01.040. (In Russian)

Simakova U.V. Vliyaniye rel'yefa dna na soobshchestva tsistoziry Severokavkazskogo poberezh'ya Chernogo morya [Influence of the sea bottom relief on the *Cystoseira* communities of the North Caucasian coast of the Black Sea], *Oceanology*, 2009, vol. 49, no. 5, p. 672–680.

Vilkova O.Yu. Rol' rel'yefa beregovoy zony v raspredelenii makrobentosa [The role of coastal relief in the distribution of macrobenthos], *Vestn. Mosk. un-ta, Ser. 5, Geogr.*, 2005, 8 p., Dep. VINITI no. 1115 ot 01.08.05. (In Russian)

Zinova A.D. *Opredelitel' zeljonyh, buryh i krasnyh vodoroslej juzhnyh morej SSSR* [Key to green, brown and red algae of the southern seas of the USSR], Leningrad, Nauka Publ., 1967, 397 p. (In Russian)

Web-sources

BIOMARE: Implementation and networking of large scale, long term MARine BIOdiversity research in Europe, URL: <http://www.biomareweb.org> (access date 24.06.2020).

The Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats (Bern Convention), URL: <http://conventions.coe.int/treaty/en/Treaties/Html/104.htm> (access date 06.24.2020).

Received 21.07.2020

Revised 10.09.2020

Accepted 06.11.2020