

УДК 502.75:581.526.323(262.5)

*Т.В. Панкеева, Н.В. Миронова***ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МАКРОФИТОБЕНТОСА  
С УЧЁТОМ ЛАНДШАФТНОЙ СТРУКТУРЫ ДНА В БУХТЕ ЛАСПИ (ЧЁРНОЕ МОРЕ)**

Применение ландшафтного подхода в гидробиологических исследованиях основано на комплексном изучении донных природных компонентов. Одним из важнейших компонентов донного природного комплекса (ДПК) является макрофитобентос. Показаны особенности пространственного распределения донной растительности с учётом ландшафтной структуры дна в прибрежной зоне б. Ласпи (регион Севастополя). Для изучения ДПК бухты использовали материалы гидрботанической и ландшафтной съёмок, проведённых в этом районе летом 2016 г. На их основе составлена ландшафтная карта б. Ласпи и выделены ДПК с участием ключевых видов макрофитов (цистоциры, филлофоры и zostеры). Показано, что рельеф подводного берегового склона и тип донных осадков определяет состав, структуру фитоценозов и распределение биомассы макрофитов. Ведущими факторами, оказывающими влияние на формирование ДПК, являются гидродинамические и литодинамические процессы, происходящие в акватории бухты под воздействием как природных, так и природно-антропогенных факторов.

*Ключевые слова:* макрофитобентос, цистоцира, филлофора, zostера, донный природный комплекс (ДПК), бухта Ласпи, Чёрное море.

В условиях увеличения антропогенной нагрузки на морские акватории обостряется конфликт между природоохранной ценностью прибрежных экосистем и хозяйственной деятельностью человека. Разработка научно-обоснованных рекомендаций рационального природопользования прибрежных акваторий базируется на комплексных, многокомпонентных (ландшафтных) подводных исследованиях. Концепция морских ландшафтов, впервые предложенная для охраны морской среды в Канаде, учитывает связь донных биоценозов с абиотическими параметрами морской среды и основана на использовании разномасштабных геологических, геоморфологических и гидрологических данных [1].

В настоящее время ландшафтный подход получил широкое применение в морских исследованиях [2]. Тем не менее до сих пор между представителями отечественных школ морского ландшафтоведения существуют разногласия в использовании научной терминологии. По мере развития этого направления приводили различные определения и трактовки морского ландшафта («аквальный ландшафт», «подводный ландшафт», «водный природный комплекс», «донный природный комплекс» и др.). Авторами использован термин «донный природный комплекс» (ДПК), под которым понимается относительно однородный участок дна, характеризующийся единством взаимосвязанных компонентов: литогенной основы (донных осадков в пределах активного слоя или поверхности коренной породы) и населяющих их морских организмов [3]. Этот термин используется как понятийная категория, а не таксономическая и включает в себя представление «о природной системе в зоне взаимодействия подводного рельефа и минерального субстрата, возникающего на базе определённой геологической истории, гидроклиматических факторов и биоты» [4. С.18].

Одним из важнейших компонентов ДПК является донная растительность, которая считается индикатором своеобразия морфологических комплексов горизонтального расчленения ландшафтной структуры [2]. Учитывая, что макрофиты активно реагируют на изменения окружающей среды, при этом являясь основным продукционным звеном черноморского шельфа, то вполне обоснованна возможность использования количественных и качественных показателей макрофитобентоса при изучении подводных ландшафтов.

Макрофитобентос, встречающийся в б. Ласпи, ранее был достаточно полно изучен на видовом [5; 6], популяционном [7; 8] и фитоценотическом [6] уровнях, дана оценка его ресурсного потенциала [7]. В работах авторов показано, что в бухте широко представлены ключевые фитоценозы филлофоры, цистоциры и zostеры, обладающие высоким охранным статусом как на государственном, так и международном уровнях. Известно, что в настоящее время состояние донной растительности вдоль всего черноморского побережья ухудшается, изменяются количественные характеристики макрофитобентоса и его видовой состав, вследствие интенсивного развития разных типов природопользования в приморской зоне и морской акватории [9; 10]. В сложившихся экологических условиях необходима комплексная информация об интегральной характеристике растительной компоненты и эколого-географических условиях, которую предусматривает направление, основанное на ландшафтном

подходе. За последние годы в рамках этого направления выполнено картографирование и проведены исследования пространственно-временных изменений ДПК в регионе Севастополя и Крымского полуострова [11-14].

Цель работы: выяснить особенности пространственного распределения макрофитобентоса с учётом ландшафтной структуры дна в прибрежной зоне б. Ласпи.

### Материалы и методы исследования

Бухта Ласпи расположена в юго-западной части Крымского полуострова между мысами Айя и Сарыч, протяжённость береговой линии составляет около 4 км (рис. 1). Подводный береговой склон приглубый, на большей части выражен глыбовый бенч. Наиболее обширная центральная часть бухты занята наклонной равниной, сложенной песчаными и илистыми отложениями. Бухта относится к открытому типу. Гидродинамический режим её акватории обусловлен влиянием циркуляционных систем антициклонического типа, поступлением глубинных вод в поверхностные слои в результате сгонно-нагонных явлений и водообменом с открытым морем, что способствует динамической активности и аэрации вод [15]. По многолетним наблюдениям за гидрохимическими показателями воды в бухте показано, что, благодаря интенсивному водообмену, тенденции накопления биогенных веществ и повышения их концентрации до экологически опасных уровней в акватории не зарегистрировано. Обеспеченность кислородом водной толщи высокая, при этом отмечено отсутствие его дефицита в придонном слое [16; 17].

Для изучения пространственного распределения макрофитобентоса с учётом ландшафтной структуры дна использовали материалы комплексной съёмки, выполненной в б. Ласпи в летний период 2016 г. Работы проводили на основе общих положений программы подводных ландшафтных исследований с борта маломерного судна с применением лёгководолазной техники [2; 18; 19]. В бухте заложены четыре гидробиотических разреза, которые были расположены перпендикулярно к берегу и охватывали все типы ландшафтов (рис.1). Их длина варьировала в зависимости от морфометрических особенностей подводного берегового рельефа и нижней границы обитания донной растительности (табл. 1). Для обозначения маршрута вдоль разрезов использовали фал, имеющий линейную метровую разметку, что позволяло определять удалённость контрольных точек от берега. Координаты разрезов определяли при помощи портативного GPS-приёмника. Первоначально дайвер-исследователь, снабжённый дайв-компьютером, проходил вдоль мерной линии, отмечая глубину смены ландшафта, нижнюю границу фитали, при этом выполняя фото- и видеосъёмку. Затем на ключевых точках, которые располагали на стандартных глубинах (0,5; 1; 3; 5; 10; 15 м), используемых при гидробиотических исследованиях, дайвер визуально описывал донные отложения, пользуясь классификацией морских обломочных осадков по гранулометрическому составу, разработанной П.Л. Безруковым и А.П. Лисициным (1960) [20]. Использовали также данные по гранулометрическому составу донных осадков в б. Ласпи, которые были опубликованы в работе Ю.М. Петухова с соавторами [21]. Для изучения состава и структуры донных фитоценозов на этих стандартных глубинах закладывали по четыре учётные площадки размером 25x25 см, при этом учитывали проективное покрытие дна макрофитами (ПП). В камеральных условиях определяли общую биомассу макрофитов, а также биомассу и численность филлофоры, видов цистозиры и зостеры с учётом ошибки среднего. Всего заложено 19 станций, собрано и обработано 76 количественных и качественных проб по стандартной методике, применяемой в морской фитоценологии [22]. Выделение фитоценозов проводили согласно доминантной классификации по А.А. Калугиной-Гутник (1975) [22].

Информацию о донных компонентах, полученную в ходе водолазного описания, оформляли графически в виде ландшафтного профиля. В основе ландшафтного профиля лежит батиметрическая кривая, составленная в результате предварительного анализа навигационной карты и водолазного промера. На батиметрической кривой различными условными обозначениями отражали литофациальные разности донных осадков и массовые виды макрофитов. В дальнейшем выделяли однотипные участки морского дна, приуроченные к одной мезоформе рельефа, имеющие одинаковые по происхождению и составу слагающие горные породы и характерные фитоценозы. Вертикальными линиями, разделяющими профиль на серию отрезков, показывали границы ДПК. При описании природных особенностей подводного рельефа использовали интерпретационные таблицы, прилагаемые к профилю. Таким образом, для прибрежной зоны б. Ласпи составлены ландшафтные профили для четырёх разрезов (рис. 2).

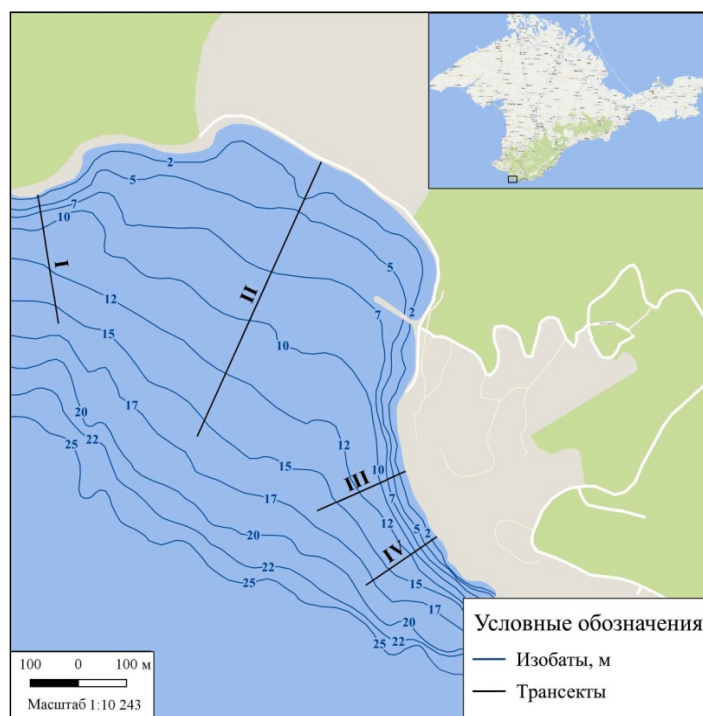


Рис. 1. Картограмма района исследований (I-IV – номера разрезов)

Таблица 1

**Координаты, диапазон глубин и ширина фитали  
на гидробиотических разрезах в б. Ласпи**

№ разреза	Координаты		Диапазон глубин, м	Ширина фитали, м
	северная широта	восточная долгота		
I	44°25'07"	33°41'44"	0,5 – 15	138
II	44°24'49"	33°42'37"	0,5 – 10	125
III	44°24'31"	33°43'02"	0,5 – 5	80
IV	44°24'28"	33°43'09"	0,5 – 10	105

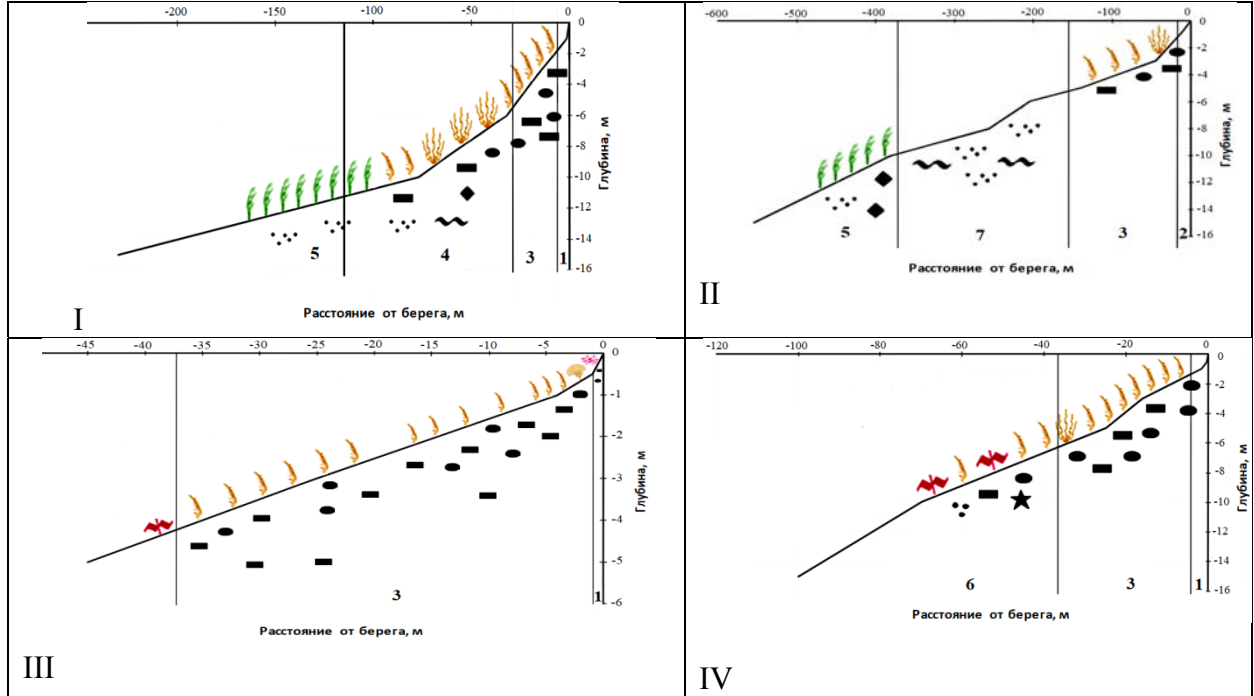
Для создания ландшафтной карты использовали программный пакет QGIS 2.14.18 и электронную основу навигационной карты. Географическую привязку границ ДПК и определение их площади осуществляли с помощью программы QGIS. Сопряжённый анализ батиметрии, карт литологического состава и данных водозащитной съёмки позволили провести экстраполяцию участков дна со сходными параметрами для выделения границ ДПК. Результаты обобщения исследований ДПК б. Ласпи отражены на ландшафтной карте. С её использованием выявлены пространственные изменения состава и структуры макрофитобентоса.

### Результаты и их обсуждение

Своеобразие геолого-геоморфологического строения и гидродинамического режима бухты обусловили разнообразие фитоценозов макрофитов как морских трав, так и водорослей. В 2016 г. в прибрежной зоне бухты выделены ДПК с участием доминирующих видов макрофитов: цистозир ( *Cystoseira barbata* C. Ag., *C. crinita* (Desf.) Vory), филлофоры (*Phyllophora crispa* (Huds.) P.S. Dixon), зостеры (*Zostera marina* L.) (рис. 3).

**1. Глыбово-валунный бенч с доминированием видов цистозир.** ДПК расположен в северо-западной и юго-восточной части бухты на глубине 0,5 – 1 м (рис. 3). Для него характерен глыбовый навал. Площадь ДПК не превышает 0,8 га (1,5 % общей площади акватории бухты). Проективное покрытие дна макрофитами (ПП) при увеличении глубины в изучаемом диапазоне снижается в 1,4 раза (табл. 2). Здесь представлен фитоценоз *Cystoseira crinita*+*C. barbata*–*Cladostephus spongiosus*–

*Ellisolandia elongata* [= *Corallina mediterranea*]. Его биомасса на участках колеблется в широком интервале, что зависит от объёма грубообломочного материала, при этом доля видов цистозеры достаточно высокая (табл. 2). Вклад эпифитной синузии составляет 2 – 13 % общей биомассы макрофитов, среди эпифитов преобладает *Vertebrata subulifera* (С. Ag.) Kuntz. = *Polysiphonia subulifera*.



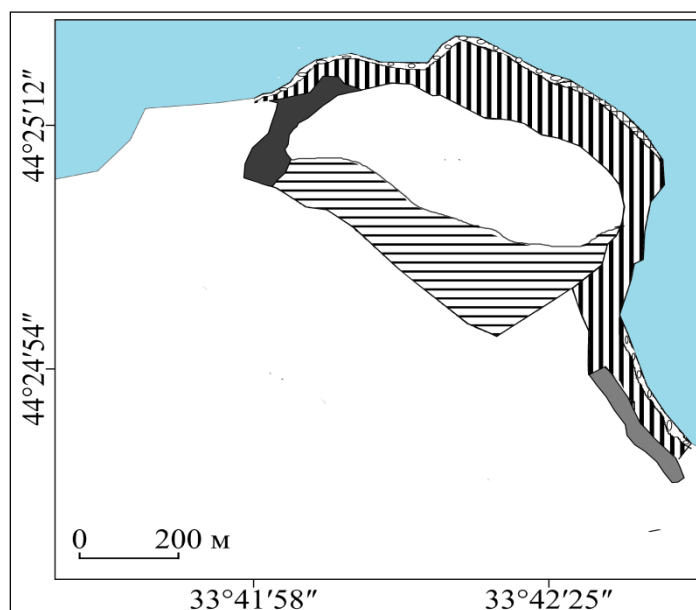
Примечание: I-IV – номера трансект; 1–7 нумерация ДПК.

Условные обозначения

	<i>Cystoseira crinita</i>		Валуны
	<i>Cystoseira barbata</i>		Глыбы
	<i>Dictyota fasciola</i>		Ил
	<i>Padina pavonica</i>		Песок
	<i>Phyllophora crispa</i>		Ракуша
	<i>Zostera marina</i>		Знаки ряби (рифели)

Рис. 2. Ландшафтные профили прибрежной зоны б. Ласпи

2. Валунно-глыбовый бенч с преобладанием видов цистозеры и мозаичным произрастанием диктиоты ленточной и падины павлиньей. ДПК занимает восточную часть вершины бухты на глубине 0,5 – 1 м (рис. 3). Для него также характерен глыбовый навал. Площадь ДПК минимальная (0,2 % общей площади бухты) (табл. 2). ПП при увеличении глубины в изучаемом диапазоне возрастает в 2,8 раза, во столько же повышается и общая биомасса макрофитов (табл. 2). Здесь зарегистрированы фитоценозы *Cystoseira crinita*+*C. barbata*–*Cladostephus spongiosus*–*Ellisolandia elongata* и *Dictyota fasciola*+*Padina pavonica*. Доля видов цистозеры достигает значительных величин и варьирует в нешироком интервале (табл. 2), при этом вклад диктиоты и падины не превышает 0,1 – 0,2 % общей биомассы макрофитов. Эпифиты представлены в основном *Laurencia coronopus* J.Ag. (0,4 – 2 % общей биомассы макрофитов).



Глыбово-валунный бенч с доминированием видов цистозир	
Валунно-глыбовый бенч с преобладанием видов цистозир и мозаичным произрастанием диктиоты ленточной и падины павлиньей	
Подводный береговой абразионный склон, сложенный псефитовыми отложениями, с преобладанием видов цистозир	
Подводный береговой абразионный склон, сложенный псефитовыми отложениями, с преобладанием видов цистозир, а на алеврито-псаммитовом субстрате встречается zostera морская	
Слабонаклонная аккумулятивная равнина, сложенная алеврито-псаммитовыми отложениями, с преобладанием zostera морской	
Подводный береговой абразионный склон, сложенный псефитовыми отложениями, с доминированием видов цистозир и с чередованием галечно-гравийных с битой ракушей отложений, где встречается филофора курчавая	
Слабонаклонная аккумулятивная равнина, сложенная псаммитовыми отложениями с выраженными крупными знаками ряби (рифели), лишённая донной растительности	

Рис. 3. Картограмма ландшафтной структуры дна б. Ласпи (2016 г.)

**3. Подводный береговой абразионный склон, сложенный псефитовыми отложениями, с преобладанием видов цистозир.** ДПК расположен вдоль всей береговой линии на глубине от 0,5 до 5 м, при этом нижняя граница его распространения существенно колеблется в разных частях бухты: в северо-западной, восточной и юго-восточной части доходит до глубины 5 м, а в центральной (вершина бухты) – до глубины 3 м (рис. 3). Подводный склон приглубый. Площадь ДПК максимальная и достигает почти 28 % общей площади акватории бухты. ПП колеблется в широких пределах, также как и общая биомасса макрофитов (табл. 2). На глыбово-валунных отложениях зарегистрирован фитоценоз *Cystoseira crinita*+*C. barbata*–*Cladostephus spongiosus*–*Ellisolandia elongata*. Характерно, что наибольшая величина биомассы макрофитов отмечена в северо-западной части бухты на глубине 3 м, а наименьшая – на этой же глубине в её центральной части (табл. 2). Вдоль всего побережья вклад видов цистозир был высоким. В восточной и юго-восточной части бухты, начиная с глубины 3 м, встречается *Phyllophora crispa*, доля её участия не превышает 2 % общей биомассы макрофитов. Вклад эпифитной синузии при увеличении глубины в этом диапазоне возрастает почти вдвое (табл. 2). Среди эпифитов на глубине до 1 м доминирует *Ceramium virgatum* Roth. (3 – 8 % общей биомассы макрофитов), тогда как на глубине 3 – 5 м преобладает *Vertebrata subulifera* (14 – 19 % общей биомассы макрофитов).

4. **Подводный береговой абразионный склон, сложенный псефитовыми отложениями, с преобладанием видов цистозеры, а на алеврито-псаммитовом субстрате встречается zostера морская.** ДПК занимает северо-западную часть бухты на глубине от 5 до 10 м (рис. 3). Подводный склон приглубый, отмечен глыбовый навал. Нижняя часть подводного склона относительно выровнена, сложена илисто-песчаными и песчаными отложениями с отдельно расположенными глыбами. Площадь ДПК составляет около 6 % общей площади бухты (табл. 2). Значения ПП относительно невысокие. На глыбовом субстрате зарегистрирован фитоценоз *Cystoseira crinita*+*C. barbata*-*Cladostephus spongiosus*-*Ellisolandia elongata*. Доля участия видов цистозеры снижается в 1,7 раза при увеличении глубины в изучаемом диапазоне (табл. 2). Обильно представлены эпифиты, среди которых доминируют *Vertebrata subulifera* (11 – 35 % общей биомассы макрофитов) и виды *Acrochaetium* (1 – 15 % общей биомассы макрофитов). Фитоценоз морской травы *Zostera marina* L. встречается фрагментарно. Он характерен для нижней части подводного склона, который представляет переходную зону от склона к равнине. В сложении этого фитоценоза на долю эдификатора приходится 25 % общей биомассы макрофитов. Между растениями zostеры на грубообломочном субстрате и битой ракушке мозаично располагаются группировки водорослей, в состав которых входит *Ulva rigida* C. Ag., *Phyllophora crispa* (по 4 % общей биомассы макрофитов соответственно) и *Codium vermilara* (Oliv) Delle Chiaje (5 % общей биомассы макрофитов).

Таблица 2

**Изменение ПП, биомассы макрофитов, доли доминирующих и эпифитирующих видов в ДПК  
б. Ласпи**

ДПК	Глубина, м	Площадь, га	ПП, %	Биомасса макрофитов, г·м <sup>-2</sup>	Доля, %			
					Видов цистозеры	Филлофоры курчавой	Зостеры морской	Эпифитов
1	0,5 – 1	0,8	100 – 70	10399,3±1385,5–4763,1±688,6	96 – 87	0	0	2 – 13
2	0,5 – 1	0,1	25 – 70	2007,4±400,2 – 5546,0±1221,9	95 – 93	0	0	4 – 2
3	0,5 – 5	15,2	10 – 90	600,5±191,1 – 7891,4±676,9	87 – 75	0 – 2	0	13 – 23
4	5 – 10	3,1	55 – 65	4210,4±360,0 – 928,9±108,9	61 – 35	0 – 4	25	38 – 20
5	10 – 15	13,6	30 – 70	143,1±55,8 – 532,9±31,9	0 – 2	0	80 – 78	6 – 0
6	5 – 10	10,0	90 – 80	3524,3±723,6 – 1097,0±136,6	57 – 47	9 – 29	0	34 – 23
7	3 – 10	11,6	0	0	0	0	0	0

Примечание: нумерация и описание ДПК соответствует сведениям, представленным на рис. 2

5. **Слабонаклонная аккумулятивная равнина, сложенная алеврито-псаммитовыми отложениями, с преобладанием zostеры морской.** ДПК расположен в центральной части бухты на глубине от 10 до 15 м (рис. 3). Рельеф представляет выровненную поверхность с илисто-песчаными донными осадками, характерны слабо выраженные знаки ряби (рифели). Его площадь составляет четверть общей площади акватории бухты. ПП при увеличении глубины возрастает более чем в 2 раза (табл. 2). Зарегистрирован фитоценоз *Zostera marina*. Его биомасса при возрастании глубины в изучаемом диапазоне повышается в 3,7 раза (табл. 2). Доминирующая роль принадлежит эдификатору фитоценоза (78-80 % общей биомассы макрофитов). В структуре сообщества представлены *Z. noltii* Hornem (11 % общей биомассы макрофитов), *Codium vermilara* (7 % общей биомассы макрофитов) и литофитная форма *Vertebrata subulifera* (12 % общей биомассы макрофитов). Характерно, что на глубине 10 м морские травы обильно обросли *Eudesme virescens* (Charmichael ex Berkeley) J. Ag. (табл. 2).

**6. Подводный береговой абразионный склон, сложенный псефитовыми отложениями, с доминированием видов цистозир и с чередованием галечно-гравийных с битой ракушкой отложений, где встречается филлофора курчавая.** ДПК занимает юго-восточную часть бухты на глубине от 5 до 10 м (рис. 3). Литологический состав дна разнороден, в его рельефе отмечены крутые склоны с хаотично расположенными глыбами, валунами и участки относительно выровненных абразионно-аккумулятивных террас. Площадь ДПК не превышает 18 % общей площади бухты. Значения ПП довольно высокие (табл. 2). На глыбовом субстрате представлен фитоценоз *Cystoseira crinita*+*C. barbata*–*Cladostephus spongiosus*–*Ellisolandia elongata*, а на галечно-гравийных с битой ракушкой отложениях – (*Cystoseira barbata*)–*Phyllophora crispa*–*Cladophora dalmatica*. Биомасса цистозирового и цистозирово-филлофорового фитоценозов снижается более чем в 3 раза при увеличении глубины (табл. 2). Доля видов цистозир незначительно уменьшается (в 1,2 раза), а филлофоры – возрастает (в 3,2 раза) в изучаемом интервале глубин (табл. 2). Характерно, что в сложении биомассы цистозирово-филлофорового фитоценоза высока доля участия видов *Ellisolandia*, которая превышает 5 % общей биомассы макрофитов. Вклад эпифитной синузии высокий, среди эпифитов преобладают *Vertebrata subulifera* (27 % общей биомассы макрофитов) и виды *Acrochaetium* (5–17 % общей биомассы макрофитов).

**7. Слабонаклонная аккумулятивная равнина, сложенная псаммитовыми отложениями с выраженными крупными знаками ряби (рифели), лишённая донной растительности.** ДПК занимает центральную часть бухты на глубине 3–10 м (рис. 3). Рельеф представляет выровненную поверхность, сложенную илисто-песчаными донными осадками, осложнённую волновыми формами микрорельефа – рифелями, высота которых достигает 20 см. Площадь ДПК достигает пятой части общей площади акватории бухты (табл. 2).

Анализ источников, посвящённых изучению макрофитобентоса б. Ласпи, выявил значительные негативные перестройки в его составе и структуре за более чем полувековую историю. Первые сведения о состоянии донной растительности в бухте приведены в работе А.А. Калугиной-Гутник (1989 г.), где автор показал изменения видового состава водорослей в зависимости от антропогенной нагрузки на береговую зону за период с 1964 по 1983 г. Количественное соотношение видов макрофитов по флористическому и сапробному составу косвенно свидетельствовало, что в начале 1960-х гг. прошлого столетия акватория бухты была относительно чистой, тогда как в начале 1980-х гг. качество воды можно было отнести к прибрежным районам со средней степенью загрязнения. В более поздней работе Н.А. Мильчаковой (2003 г.) было отмечено увеличение общего количества видов водорослей в бухте за период с 1964 по 1998 г., при этом большинство новых видов входило в состав эпифитной синузии цистозировых фитоценозов, которая отсутствовала в их структуре в 1964 г. Помимо этого, автором были показаны существенные изменения в ярусной структуре фитоценозов, связанные с дальнейшей тенденцией повышения уровня органического загрязнения водных масс в акватории. В работе Н.А. Мильчаковой и А.Н. Петрова (2003 г.) оценены многолетние изменения цистозировых фитоценозов в бухте (1983–1998 г.). Авторами выявлено, что для прибрежных участков (глубина 1–3 м) характерна восстановительная сукцессия цистозировых фитоценозов, тогда как для более глубоководной зоны (глубина 10–20 м) – их деградация. Анализ структуры фитоценозов позволил установить особенности трансформации сообществ макрофитобентоса в условиях возрастающего эвтрофирования бухты. Последующее изучение донной растительности и определение запасов ключевых видов макрофитов в бухте показали продолжающиеся отрицательные изменения в составе и структуре макрофитобентоса за период с 1998 по 2008 г., при этом особенно выраженная негативная его трансформация зафиксирована на глубине 10–15 м [7].

Проанализировав современное пространственное распределение макрофитобентоса в бухте на основе ландшафтного подхода, было выявлено, что тенденция деградации донной растительности сохранилась. Анализ направленности многолетних изменений донной растительности выявил дальнейший подъём нижней границы произрастания многих глубоководных видов, а также сужение границ фитали. В настоящее время нижняя граница обитания макрофитов в восточной части бухты поднялась до глубины 5 м (табл. 1), хотя ранее (1983–1998 гг.) она проходила на глубине 17–20 м [7].

К отрицательным антропогенным факторам, вызывающим трансформацию растительной компоненты ДПК, большинство исследователей относят эвтрофикацию и снижение прозрачности воды [7; 9, 23]. Ряд авторов добавляют природные факторы, такие как изменение климата, приводящее к изменениям температуры воды и режима её циркуляции, усилению волновой активности и колебаний уровня моря [24]. Кроме этих глобальных общеизвестных факторов, существенные изменения в ДПК

бухты, вероятно, вызваны нарушением гидродинамического режима. Так, в конце 80-х гг. прошлого столетия в восточной части бухты было построено гидротехническое сооружение, которое частично перекрыло её вершину, что привело к размыванию галечного бенча, обнажению выходов коренных пород и смещению береговых наносов. Известно, что строительство гидротехнических и берегозащитных сооружений приводит к перестройке гидродинамических процессов, снижению уровня волновой динамики, затуханию вдоль береговых течений, при этом значительно уменьшается степень их включенности в систему прибрежной циркуляции, вследствие чего происходит перераспределение участков абразии и аккумуляции [25]. По мнению В.В. Преображенского с соавторами (2000 г.), к значительным изменениям в ДПК мягких грунтов приводит, в первую очередь, перестройка гидродинамического режима акватории. Например, в заливе Петра Великого отмечено значительное сокращение площадей zostеры, вызванное проведением берегозащитных мероприятий в приурезовой зоне, строительством молов, причалов и других гидротехнических сооружений.

В настоящее время в приморской зоне бухты активно развивается пешеходный туризм и палаточная рекреация, а акватория интенсивно используется для морских экскурсий, каякинга и дайвинга. Однако наибольшее негативное влияние на экологическое состояние прибрежной и побережной зон бухты оказывает строительство в береговой зоне. Так, в восточной и юго-восточной части бухты, непосредственно у уреза воды, появился новый объект стационарной рекреации – гостиничный комплекс «Бухта Мечты». При его строительстве выполнены масштабные берегоукрепительные работы, что привело к изменению конфигурации береговой линии и подводного берегового склона. Усиление хозяйственной деятельности на этом участке привело к дополнительному поступлению терригенного материала и активизации гравитационных процессов.

Анализ полученных результатов показал, что типичным ДПК в б. Ласпи, как и для всего Крымского побережья, является подводный абразионный склон, сложенный псефитовыми отложениями с доминированием видов цистозеры. ДПК имеет наибольшие показатели площади и высокие значения биомассы макрофитов, при этом вклад видов цистозеры составляет 75–87 % общей биомассы (табл. 2). ДПК глыбово-валунного и валунно-глыбового бенча распространены на глубине 0,5–1 м фрагментарно. На этом субстрате также доминируют виды цистозеры, доля которых достигает максимальных величин (93–95 % общей биомассы макрофитов) (табл. 2). ДПК, расположенные в северо-западной и юго-восточной части бухты на глубине от 5 до 10 м, отличаются неоднородностью литологических отложений и соответственно характеризуются разнообразием и мозаичностью структуры донной растительности. В обеих частях бухты на глыбовом субстрате сформировался ДПК с преобладанием видов цистозеры, где их доля варьирует от 35 до 61 % общей биомассы макрофитов (табл. 2). В северо-западной части бухты на алеврито-псаммитовых донных осадках зарегистрирован ДПК, где встречается zostера, вклад которой достигает 25 % общей биомассы макрофитов. Следует отметить, что для черноморского побережья совместное произрастание цистозеры и zostеры является нетипичным. Подобный состав и структура макрофитобентоса в этой части бухты обусловлены аккумуляцией песчаных отложений, что свидетельствует об изменении гидродинамического режима в акватории. В юго-восточной части бухты на галечно-гравийных с битой ракушкой отложениях выделен ДПК, где встречается филофора курчавая, доля которой достигает 9–29 % общей биомассы. Цистозеро-филофоровые фитоценозы являются характерными для черноморского побережья Крыма [22]. На существование «переходной полосы», где на одной глубине встречаются одновременно несколько фитоценозов, обращала внимание А.А. Калугина-Гутник (1975 г.) ещё в конце прошлого века. Эта промежуточная зона ранее простиралась на глубине 15 – (18) 20 м. По данным У.В. Симаковой (2009 г.), эти участки представляют «эколин» – зону с постепенным изменением состава донной растительности вдоль градиента освещённости. В настоящее время эта зона сместилась на глубину 7–10 м [26].

Для открытого типа бухт, расположенных в юго-западной части Крыма, ДПК слабонаклонной аккумулятивной равнины, сложенной алеврито-псаммитовыми отложениями с преобладанием zostеры, считается редким. В бухте для этого типа ДПК характерны невысокие значения биомассы макрофитов на довольно значительной площади, при этом основной вклад (78–80 %) в их общую биомассу вносит zostера морская (табл. 2). В центральной части бухты сформировался ДПК, где донная растительность отсутствует, что, возможно, также свидетельствует об изменении гидродинамического режима в акватории.

Доля эпифитирующих водорослей в структуре фитоценозов бухты варьирует в широком интервале (0–38 % общей биомассы макрофитов) (табл. 2). Высокие значения вклада эпифитов, вероятно,



являются откликом растительной компоненты ДПК на повышение уровня трофности вод из-за возросшей антропогенной нагрузки и объёмов хозяйственно-бытовых стоков, поскольку эти водоросли имеют более высокую скорость роста и большую удельную поверхность слоевищ, которая способна поглощать биогены, по сравнению с видами цистозиры и филлофоры [27]. В то же время на небольшой глубине (глубина 0,5–1 м) доля эпифитов значительно ниже (2–13 % общей биомассы макрофитов) (табл. 2). Здесь развитию эпифитной синузии, по-видимому, препятствуют гидродинамические условия и быстрый вынос поступающих биогенов, а также доминирование в популяции цистозиры ювенильных растений, средний возраст которых редко превышает 2–3 года [10].

Для Чёрного моря цистозира и филлофора считаются ключевыми и доминирующими видами водорослей, входящими в состав списков Красной книги (КК) Крыма. Кроме этого, филлофора внесена в КК РФ и КК Севастополя. Зостера морская – единственный вид черноморских макрофитов, который охраняется по Бернской конвенции, при этом сообщества морских трав отнесены ЮНЕП к критическим местообитаниям Мирового океана [10]. В настоящее время охрана среды обитания морских сообществ “habitat” задекларирована на международном уровне многими природоохранными программами, соглашениями и конвенциями. Однако, как показывают исследования, несмотря на проводимые мероприятия по охране морских биотопов, происходит негативная трансформация растительной компоненты ДПК вдоль всего побережья Чёрного моря [9; 10; 23]. Для сохранения и восстановления особо ценных ландшафтов, в состав которых входят средообразующие и краснокнижные виды черноморских макрофитов, необходим комплексный подход к охране морских акваторий с включением в их состав прибрежных территорий.

Бухта Ласпи отличается обилием уникальных местообитаний донной растительности, имеет высокую научно-познавательную, соэкологическую и эстетическую ценность, её береговая зона является привлекательной для развития рекреационной деятельности. Однако значительная часть бухты находится за пределами существующих ООПТ. Частично акватория включена в охрану двух объектов ООПТ г. Севастополя, таких как государственный природный ландшафтный заказник регионального значения (ГПЛЗ) «Мыс Айя» и гидрологический памятник природы регионального значения «Прибрежный аквальный комплекс (ПАК) у мыса Сарыч», которые входят в состав морского Южнобережного экоцентра, протянувшегося от м. Балаклавский до м. Сарыч [14]. В настоящее время Южнобережный экоцентр представлен отдельными разрозненными природоохранными акваториями, которые не образуют единой функционально-целостной системы элементов экосети. Известно, что нарушение пространственной целостности структурных элементов экосети приводит к потере ценных природных территорий и акваторий, обладающих высоким средообразующим потенциалом. Для оптимального функционирования Южнобережного экоцентра предложено включить в резервную сеть перспективный для последующего заповедания участок береговой зоны от м. Балаклавский до урочища Инжир, создав ботанический заказник «Спилия», а акваторию б. Ласпи включить в ГПЛЗ «Ласпи» [14].

В состав ГПЛЗ «Ласпи», созданного в 2018 г., не вошли приморская и прибрежная зоны этого региона, несмотря на их высокое биологическое и ландшафтное разнообразие. Включение этих зон позволит регламентировать хозяйственную деятельность на побережье, сохранить наземные и донные ландшафты, разработать комплекс мер по стабилизации экологической ситуации в регионе. Придание акватории б. Ласпи заповедного статуса будет способствовать формированию экосети морских охраняемых акваторий г. Севастополя. В предложенных границах ГПЛЗ «Ласпи» вместе с прилегающими объектами ООПТ, такими как государственные природные ландшафтные заказники регионального значения «Мыс Айя» и «Байдарский», будет способствовать формированию экоцентра в юго-западном Горном Крыму и оптимизировать экологический каркас региона г. Севастополя.

## Заключение

В ландшафтной структуре прибрежной зоны бухты выделены ДПК с участием доминирующих видов макрофитов (*Cystoseira crinita*, *C. barbata*, *Phyllophora crispa* и *Zostera marina*). Показано, что глыбово-валунный, валунно-глыбовый бенч и подводный абразионный склон, сложенный псефитовыми отложениями, характеризуются доминированием видов цистозиры, доля которых достигает 75–96 % общей биомассы макрофитов. На слабонаклонной аккумулятивной равнине, сложенной алеврито-псаммитовыми донными осадками, преобладает зостера морская, где её вклад в общую биомассу макрофитов составляет 78–80 %. ДПК, расположенные на границе перехода подводного берегового склона к равнине, отличаются неоднородностью литологических отложений и тем самым

характеризуются разнообразием и мозаичностью структуры донной растительности, при этом доля видов цистозеры, филофоры и zostеры варьирует в пределах 35–61; 9–29 и 25 % общей биомассы макрофитов соответственно. Таким образом, применение ландшафтного подхода к изучению растительной компоненты ДПК позволило выявить закономерности пространственного распространения донной растительности в акватории б. Ласпи. Показано, что рельеф подводного берегового склона и тип донных осадков определяет состав, структуру фитоценозов и распределение биомассы макрофитов. Ведущими факторами, оказывающими влияние на формирование ДПК, являются гидродинамические и литодинамические процессы, происходящие в акватории бухты под воздействием как природных, так и природно-антропогенных факторов. В дальнейшем мониторинг ДПК позволит получать репрезентативные данные о состоянии черноморских морских экосистем и давать рекомендации по созданию морских охраняемых акваторий, которые будут способствовать сохранению ландшафтного и биологического разнообразия региона.

Использование ландшафтных карт побережья может служить информационной основой для выработки принципов и принятия решений по рациональному природопользованию, а также применяться при создании различных прикладных, оценочных, инвентаризационных, конструктивных и прогнозных карт, которые являются важным звеном для разработки проектов хозяйственного освоения береговой зоны Чёрного моря.

### Благодарности

Работа выполнена в рамках госзадания ФГБУН ИМБИ. № АААА-А18-118021350003-6.

Авторы статьи выражают благодарность председателю союза дайверов Удмуртии Владимиру Фёдорову (трагически погибшему) за сотрудничество и оказанную помощь в сборе полевого материала.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сивков В.В., Гуцин А.В., Александронец Ю.А. Подводные ландшафты в районе мыса Таран (юго-восточная часть Балтийского моря) // Ландшафтная география в XXI веке: материалы междунар. науч. конф. «Третьи ландшафтно-экологич. чтения, посвящ. 100-летию со дня рожд. Г.Е. Гришанкова», Симферополь, 11-14 сент., 2018 г. / ред. Е.А. Позаченюк [и др.]. Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2018. С. 67-70.
2. Петров К.М. Подводные ландшафты: теория, методы исследования. Л.: Наука, 1989. 126 с.
3. Папунов Д.В. Макрофитобентос как индикатор динамики подводных ландшафтов береговой зоны моря // Вопр. современной альгологии. 2012. № 2(2). URL: <http://algology.ru/121>
4. Преображенский Б.В. Основные задачи морского ландшафтоведения // География и природные ресурсы. 1984. № 1. С. 15-22.
5. Калугина-Гутник А.А. Изменение видового состава фитобентоса в бухте Ласпи за период 1964-1983 гг. // Экология моря. 1989. Вып. 31. С. 7-12.
6. Мильчакова Н.А., Петров А.Н. Морфофункциональный анализ многолетних изменений структуры цистозировых фитоценозов (бухта Ласпи, Чёрное море) // Альгология. 2003. Т. 13, № 4. С. 355-370.
7. Миронова Н.В., Мильчакова Н.А., Александров В.В. Фитомасса и запасы макрофитов как показатели состояния макрофитобентоса (б. Ласпи, Чёрное море) // Современные проблемы эволюции и экологии. Ульяновск, 2015. С. 412-419.
8. Александров В.В. Размерно-массовая и возрастная структура ценопопуляций *Cystoseira barbata* (Stackhouse) S. Agardh в бухте Ласпи (Крым) // Окружающая среда и человек. Современные проблемы генетики, селекции и биотехнологии: материалы междунар. науч. конф. и молодежной науч. конф. памяти члена-корреспондента РАН Д.Г. Матишова (г. Ростов-на-Дону, Россия, 5-8 сентября 2016 г.). Ростов-н/Д.: ЮНЦ, 2016. С. 329-332.
9. Миронова Н.В., Мильчакова Н.А., Рябогина В.Г. Ресурсы макрофитов побережья Гераклейского полуострова и особенности их многолетней динамики (Крым, Чёрное море) // Морские промысловые беспозвоночные и водоросли: биология и промысел. Труды ВНИРО, 2007. Т. 147. С. 381-396.
10. Мильчакова Н.А., Миронова Н.В., Рябогина В.Г. Морские растительные ресурсы // Промысловые биоресурсы Чёрного и Азовского морей / ред. В.Н. Еремеев, А.В. Гаевская, Г.Е. Шульман, Ю.А. Загородняя. Севастополь, 2011. Гл. 4. С. 117-139.
11. Миронова Н.В., Панкеева Т.В. Пространственное распределение макрофитобентоса с учётом ландшафтной структуры юго-западной части региона Севастополя // Экосистемы, 2018. Вып. 14. С. 20-30.
12. Панкеева Т.В., Панкеева А.Ю., Миронюк О.А. Исследования донных ландшафтов прибрежной зоны Тарханкутского полуострова (Крым, Чёрное море) // Геополитика и экогеодинамика регионов, 2014. Т. 10, вып. 1. С. 800-805.

13. Панкеева Т.В., Миронова Н. В., Ковардаков С. А. Количественные показатели макрофитобентоса как критерии обоснования природоохранной ценности акваторий (регион Севастополя) // Проблемы региональной экологии. 2017. № 1. С. 28-33.
14. Панкеева Т.В., Миронова Н.В., Пархоменко А.В. Роль морских охраняемых акваторий в сохранении донных природных комплексов (г. Севастополь) // ЭКОБИО – 2018. Сб. материалов V науч.-практ. молодёжной конф. «Экобиологические проблемы Азово-Черноморского региона и комплексное управление биологическими ресурсами» (8-11 окт. 2018 г.). Севастополь: Филиал МГУ в г. Севастополе, 2018. С. 124-127.
15. Ациховская Ж.М., Чекменёва Н.И. Оценка динамической активности вод района бухты Ласпи (Чёрное море) // Экология моря. 2002. Вып. 59. С. 5-8.
16. Куфтаркова Е.А., Щуров С.В., Родионова Н.Ю. Результаты гидролого-гидрохимического мониторинга мидийной фермы в прибрежной зоне южного берега Крыма (бухта Ласпи) // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Биол. 2010. №3 (44). С. 133-136.
17. Щуров С.В., Ковригина Н.П., Лисицкая Е.В. Результаты комплексных исследований акватории мидийной фермы в бухте Ласпи // Водные биоресурсы и аквакультура Юга России: материалы Всерос. науч.-практ. конф., приуроченной к 20-летию открытия в Кубанском гос. ун-те направления подготовки «Водные биоресурсы и аквакультура» (17-19 мая 2018 г.). Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. С. 287-293.
18. Блинова Е.И., Пронина О.А., Штрик В.А. Методические рекомендации по учёту запасов промысловых морских водорослей прибрежной зоны // Методы ландшафтных исследований и оценки запасов донных беспозвоночных и водорослей морской прибрежной зоны. Изучение экосистем рыбохозяйственных водоёмов, сбор и обработка данных о водных биологических ресурсах, техника и технология их добычи и переработки. М.: Изд-во ВНИРО, 2005. Вып. 3. С. 80-127.
19. Игнатов Е.И., Митина Н.П., Папунов В.Г. Методика исследований донных комплексов мелководной части шельфа // Подводные гидробиологические исследования. 1982. С. 80-83.
20. Безруков П.Л., Лисицин А.П. Классификация осадков современных морских водоёмов // Тр. Ин-та океанологии АН СССР, 1960. Т. 32. С. 3-14.
21. Петухов Ю.М., Шаловенков Н.Н., Ревков Н.К., Петров А.Н. Анализ пространственного распределения макрозообентоса в черноморской бухте Ласпи с использованием методов многомерной статистики // Океанология. 1991. Вып. 5. С. 780-786.
22. Калугина-Гутник А.А. Фитобентос Чёрного моря. К.: Наукова думка, 1975. 248 с.
23. Максимова О.В., Лучина Н.П. Современное состояние макрофитобентоса у побережья северного Кавказа: реакция фитали на эвтрофикацию черноморского бассейна // Комплексные исследования северо-восточной части Чёрного моря. М.: Наука, 2002. С. 297-308.
24. Горячкин Ю.Н., Иванов В.А. Изменения климата и динамика берегов Украины // Доп. НАН України, 2008. № 10. С. 118-122.
25. Преображенский Б.В., Дубейковский В.В., Жариков Л.В. Основы подводного ландшафтоведения: (Управление морскими экосистемами). Владивосток: Дальнаука, 2000. 352 с.
26. Симакова У.В. Влияние рельефа дна на сообщества цистозир Северокавказского побережья Черного моря // Океанология. 2009. Т. 49, № 5. С. 672-680.
27. Миничева Г.Г. Прогнозирование структуры фитобентоса с помощью показателей поверхности водорослей // Ботанический журнал. 1990. Т. 75, № 11. С. 1611-1618.

Поступила в редакцию 04.02.2019

Панкеева Татьяна Викторовна, кандидат географических наук, научный сотрудник

E-mail: tatyapankeeva@yandex.ru

Миронова Наталия Всеволодовна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник

E-mail: dr.nataliya.mironova@yandex.ru

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН»

299011, Россия, г. Севастополь, просп. Нахимова, 2

*T.V. Pankeeva, N.V. Mironova*

#### **SPATIAL DISTRIBUTION OF MACROPHYTOBENTOS WITH DUE ACCOUNT FOR THE LANDSCAPE STRUCTURE OF THE BOTTOM OF LASPI BAY (BLACK SEA)**

The application of the landscape approach to hydrobiological researches is based on the complex study of bottom natural components. One of the most important components of bottom natural complex (BNC) is macrophytobenthos. The features of the spatial distribution of bottom vegetation, taking into account the landscape structure of the bottom in the coastal zone of Laspi Bay (Sevastopol region), is shown in the article. To study BNC of the bay, materials from hydro-botanical and landscape surveys conducted in the region in the summer of 2016 were used. Based on them, a

landscape map of bay Laspi was plotted, BNC was detailed involving key species of macrophytes (cystoseira, phyllophora and zostera). The relief of the underwater coastal slope and the type of bottom sediments determine composition, structure of plant communities and distribution of biomass of macrophytes. The leading factor influencing the formation of the landscape structure of BNC is hydrodynamic and lithodynamic processes occurring in water area under the influence of both natural and natural-anthropogenic factors.

*Keywords:* macrophytobenthos, cystoseira, phyllophora, zostera, bottom natural complex, bay Laspi, Black Sea.

#### REFERENCES

1. Sivkov V.V., Gushchin A.V., Alexandronets Yu.A. [Underwater landscapes nearby cape Taran (south-eastern Baltic)] in: *Landshafnaya geografiya v XXI veke: materialy mezhdunar. nauch. konf. «Tret'i landshafino-ekologich. chteniya, posvyashch. 100-letiyu so dnya rozhd. G.E. Grishankova», Simferopol', 11–14 sent., 2018 g.*, Simferopol': IT «ARIAL», 2018, pp. 67–70 (in Russ.).
2. Petrov K.M. *Podvodnye landshafty: teoriya, metody issledovaniya* [Underwater landscapes: theory, research methods], L.: Nauka, 1989, 126 p. (in Russ.).
3. Papunov D.V. [Macrophytobenthos as an indicator of bottom marine seascapes in coastal zone] in *Voprosy sovremennoi al'gologii*, 2012, no 2(2), URL: <http://algology.ru/121> (in Russ.).
4. Preobrazhenskii B.V. [The main tasks of marine landscape science] in *Geografiya i prirodnye resursy*, 1984, no. 1, pp. 15–22 (in Russ.).
5. Kalugina-Gutnik A.A. [Changes in species composition of phytobenthos in Laspi Bay during 1964-1983 y.] in *Ekologiya morya*, 1989, iss. 31, pp. 7–12 (in Russ.).
6. Milchakova N. A., Petrov A. N. [Morphofunctional analysis of long-term changes of the structure of Cystoseira phytocenoses (Laspi Bay, the Black Sea)] in *Al'gologiya*, 2003, vol. 13, no. 4, pp. 355–370 (in Russ.).
7. Mironova N.V., Mil'chakova N.A., Aleksandrov V.V. [Phytomass and stocks of macrophytes as indicators of macrofitobenthos (b. Balaclava, Black sea)] in *Sovremennye problemy evolyutsii i ekologii*, Ul'yanovsk, 2015, pp. 412–419 (in Russ.).
8. Aleksandrov V.V. [Size-mass and age structure of coenopopulations of Cystoseira barbata (Stackhouse) C. Agardh in Laspi Bay (Crimea)] in *Okruzhayushhaya sreda i chelovek. Sovremennye problemy` genetiki, selekcii i bioteknologii: materialy` mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii i molodezhnoj nauchnoj konferencii pamyati chlena-korrespondenta RAN D.G. Matishova (g. Rostov-na-Donu, Rossiya, 5–8 sentyabrya 2016 g.)*, Rostov-na-Donu: YuNCz, 2016, pp. 329–332 (in Russ.).
9. Mironova N.V., Mil'chakova N.A., Ryabogina V.G. [Resources of macrophytes in the coastal zone the Heraklean Peninsula and especially their long-term dynamics (Crimea, the Black sea)] in *Morskie promyslovye bespozvonochnye i vodorosli: biologiya i promysel*, Trudy VNIRO, 2007, vol. 147, pp. 381–396 (in Russ.).
10. Milchakova N.A., Mironova N.V., Ryabogina V.G. [Biological resources of the Black sea and of Azov] in: *Promyslovye bioresursy Chernogo i Azovskogo morei*, V.N. Eremeev, A.V. Gaevskaya, G.E. Shulman, Yu.A. Zagorodnyaya (eds.), Sevastopol: ECOSI-Gidrofizika, 2011, ch. 4, pp. 117–139 (in Russ.).
11. Mironova N.V., Pankeeva T.V. [The spatial distribution of macrophytobenthos taking into account the landscape structure of the south-western part of the region of Sevastopol] in *Ekosistemy*, 2018, iss. 14, pp. 20–30 (in Russ.).
12. Pankeeva T.V., Pankeeva A.Yu., Mironyuk O.A. [Researches of bottom landscapes of the coastal zone Tarkhankut peninsula (Crimea, Black sea)] in *Geopolitika i ekogeodinamika regionov*, 2014, vol. 10, iss. 1, pp. 800–805 (in Russ.).
13. Pankeeva T.V., Mironova N.V., Kovardakov S.A. [Quantitative parameters of macrophytobenthos as criteria for validation of water areas nature conservation value (the Sevastopol region)] in *Problemy regional'noi ekologii*, 2017, no. 1, pp. 28–33 (in Russ.).
14. Pankeeva T.V., Mironova N.V., Parkhomenko A.V. [The role of marine protected areas in the conservation of bottom natural complexes (Sevastopol)] in *EKOBIO – 2018 [Elektronnyi resurs]. In: Sb. materialov V nauch.–prakt. molodezhnoi konf. «Ekobiologicheskie problemy Azovo-Chernomorskogo regiona i kompleksnoe upravlenie biologicheskimi resursami» (8–11 okt. 2018 g.)*, Sevastopol': Filial MGU v g. Sevastopole, 2018, pp. 124–127 (in Russ.).
15. Atsikhovskaya Zh.M., Chekmenyova N.I. [Water dynamic activity estimation in the Laspi Bay area (the Black Sea)] in *Ekologiya moray*, 2002, iss. 59, pp. 5–8 (in Russ.).
16. Kuftarkova E.A., Shchurov S.V., Rodionova N.Ju. [Results of hydrological-hydrochemical Mytilus farm in offshore area of south bank of Crimea (Bay of Laspi)] in *Nauk. zap. Ternop. nats. ped. un-tu. Ser. Biol.*, 2010, no. 3 (44), pp. 133–136 (in Russ.).
17. Shchurov S.V., Kovrigina N.P., Lisitskaya E.V. [The results of a comprehensive exploration of the mussel farm in the Bay of Laspi] in *Vodnye bioresursy i akvakul'tura Yuga Rossii: materialy Vseros. nauch.-prakt. konf. priurochennoi k 20-letiyu otkrytiya v Kubanskom gos. un-te napravleniya podgotovki «Vodnye bioresursy i akvakul'tura» (17–19 maya 2018 g.)*, Krasnodar: Kubanskii gos. un-t, 2018, pp. 287–293 (in Russ.).

18. Blinova E.I., Pronina O.A., Shtrik V.A. [Guidelines for the accounting of commercial seaweed stocks in the coastal zone] in *Metody landshaftnykh issledovaniy i otsenki zapasov donnykh bespozvonochnykh i vodoroslei morskoi pribrezhnoi zony. Izuchenie ekosistem rybokhozyaistvennykh vodoemov, sbor i obrabotka dannykh o vodnykh biologicheskikh resursakh, tekhnika i tekhnologiya ikh dobychi i pererabotki*, M.: Izd-vo VNIRO, 2005, iss. 3, pp. 80–127 (in Russ.).
19. Ignatov E.I., Mitina N.P., Papunov V.G. [Methods of research of bottom complexes of the shallow part of the shelf] in *Podvodnye gidrobiologicheskie issledovaniya*, 1982, pp. 80–83 (in Russ.).
20. Bezrukov P. L., Lisitsin A. P. [Classification precipitation in modern marine water bodies] in *Tr. In-ta okeanologii AN SSSR*, 1960, vol. 32, pp. 3–14 (in Russ.).
21. Petuhov Yu.M., Shalovenkov N.N., Revkov N.K., Petrov A.N. [Analysis the spatial distribution of macrobenthos in the Black Sea Bay Lasy, using the methods of multimeasured statistics] in *Okeanologiya*, 1991, iss. 5, pp. 780–786 (in Russ.).
22. Kalugina-Gutnik A. A. *Fitobentos Chernogo morya* [Phytobentos of the Black sea], Kyiv: Naukova Dumka, 1975, 248 p. (in Russ.).
23. Maksimova O.V., Luchina N.P. [Current state of macrophytobenthos off the coast of the North Caucasus: fitali's reaction to the eutrophication of the black sea basin] in: *Kompleksnye issledovaniya severo-vostochnoi chasti Chernogo moray*, M.: Nauka, 2002, pp. 297–308 (in Russ.).
24. Goryachkin Yu.N., Ivanov V.A. [Climate change and dynamics of Ukraine's coasts] in *Dop. NAN Ukraïni*, 2008, no. 10, pp. 118–122 (in Russ.).
25. Preobrazhenskii B.V., Dubeikovskii V.V., Zharikov L.V. *Osnovy podvodnogo landshaftovedeniya: (Upravlenie morskimi ekosistemami)* [The basics of underwater landscape studies: (the management of marine ecosystems)], Vladivostok: Dal'nauka, 2000, 352 p. (in Russ.).
26. Simakova U.V. [Influence of the sea bottom relief on the Cystoseira communities of the North Caucasian coast of the Black Sea] in *Okeanologiya*, 2009, vol. 49, no. 5, pp. 672–680 (in Russ.).
27. Minicheva G.G. [Prediction of the structure of phytobenthos indicators surface algae] in *Botanicheskii zhurnal*, 1990, vol. 75, no. 11, pp. 1611–1618 (in Russ.).

Received 04.02.2019

Pankeeva T.V., Candidate of Geography, Researcher  
E-mail: tatyapankeeva@yandex.ru  
Mironova N.V., Candidate of Biology, Senior Researcher  
E-mail: dr.nataliya.mironova@yandex.ru  
Kovalevsky Institute of Marine Biological Research of RAS (IMBR)  
2, Nakhimova ave., Sevastopol, Russia, 299011