

Гидробиологические исследования

УДК 258.5 271/3+581.9 (26)

И.К. Евстигнеева, И.Н. Танковская

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И ПРОДУКЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДОРΟΣЛЕЙ ОБРАСТАНИЯ ТВЕРДЫХ СУБСТРАТОВ И ГИДРОТЕХНИЧЕСКОГО СООРУЖЕНИЯ В ЧЕРНОМ МОРЕ (МЫС МАРТЬЯН)

Исследованы экологический состав, продукционные показатели макрофитоперифитона гидротехнического сооружения и их пространственной динамики в прибрежье заповедника «Мыс Мартьян» в зимний период. Для оценки вклада водорослей перифитона в структуру и функционирование прибрежной экосистемы организовано синхронное исследование макрофитобентоса акватории, прилегающей к западной стороне сооружения. Макрофитобентос включает 26 видов, среди которых доминируют ведущие, однолетние, мезосапробные, морские и солоноватоводно-морские водоросли. Продукционным доминантом макрофитобентоса является *Cystoseira crinita*. Макрофитоперифитон представлен 36 видами, среди которых преобладают ведущие, многолетние и однолетние, морские и олигосапробные водоросли. Основными продуцентами макрофитоперифитона являются Rhodophyta и Ochrophyta. Установлен комплекс общих признаков макрофитоперифитона на разных участках гидротехнического сооружения. Показано, что обрастание способно изменяться в пространстве даже в пределах одной гидротехнической конструкции, приобретая черты, характерные для водорослей каждой из ее сторон. Сравнение альгоценозов бентоса и перифитона одного и того же района выявило наличие у них сходных и специфических черт, что свидетельствует об объективности существования ценозов разных жизненных форм, но с единым происхождением и взаимодополняющими особенностями, обеспечивающими успешное функционирование прибрежной экосистемы.

Ключевые слова: макрофитоперифитон, макрофитобентос, экологический состав, фитомасса, доминанты, изменчивость, заповедник «Мыс Мартьян», Черное море.

DOI: 10.35634/2412-9518-2019-29-3-346-352

К факторам, существенно меняющим облик прибрежной зоны моря, относятся размещение в ней искусственных рифов разной конструкции. На многих участках береговой линии искусственные субстраты и конструкции являются единственными для формирования поселений макроводорослей [1]. Учитывая роль ценоза на границе «вода – твердый субстрат» в функционировании морской биоты, возникает необходимость всестороннего исследования макрофитоперифитона (МФП) как ее полноценного автотрофного элемента.

Стратегия наших исследований базируется на общепринятых представлениях о том, что каждый фитоценоз характеризуется своим составом, структурой, изменчивостью и продуктивностью [2]. Поскольку фитоценоз есть система, образованная экологически и биологически разными видами, рассматриваем экологический состав как один из важнейших признаков сообщества водорослей, которому и посвящаем существенную часть проводимых исследований. К важным признакам организации фитоценозов относится и дифференциация видов (доминанты, содоминанты и т. д.) по их участию в формировании общей фитомассы. Применяя методы вариационной статистики и различные шкалы, мы можем оценить степень изменчивости некоторых характеристик растительных сообществ. Отсюда целью работы стало исследование экологического состава, особенностей формирования фитомассы МФП на боковых поверхностях гидротехнического сооружения (ГТС) и динамики экологического разнообразия и обилия ценоза обрастания в прибрежье Черного моря (мыс Мартьян) в зимний период.

Материал и методы исследования

Объект исследования – макроводоросли, обрастающие ГТС (буна) зимой. Предполагается, что формирование флоры находится под воздействием, в частности, специфических для данного периода года условий циркуляции морских вод и распространения ветровых волн в районе размещения ГТС [3]. Зимой температура воды не превышает 10° С, а ветро-волновая активность достигает высокого уровня с максимумом в феврале [4]. При этом скорость течений в поверхностном слое возрастает по

сравнению с летом. Особенности сезона создают трудности в сборе проб, что повышает значимость проведенных исследований.

Район исследования – охраняемое морское побережье мыса Мартьян в центральной части Южного берега Крыма. Пробы МФП отбирали специальным скребком с западной и восточной сторон ГТС на расстоянии 0,5 м от поверхности воды. Основанием для сбора водорослей с двух сторон послужили сведения о том, что зимой повторяемость высот волн, считающихся неблагоприятным явлением (более 1,3 м), в среднем составляет 20 – 25 %, а преобладающим направлением распространения штормовых волн является восточное – юго-восточное, волны же западных направлений отсутствуют. Значит боковые поверхности буны, строго ориентированной относительно береговой линии, находятся в разных условиях силовой нагрузки со стороны волн. Это различие усиливается и условиями циркуляции морских вод в месте размещения ГТС (рис.).

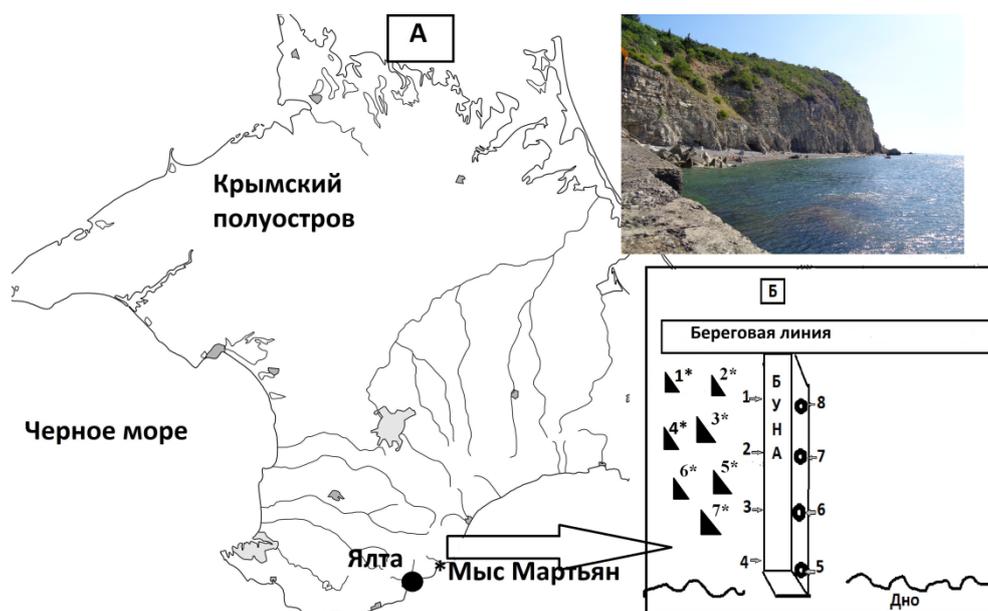


Рис. Карта-схема района исследования

А – район исследования, Б – схема расположения станций (1 – 8 – станции отбора проб макрофитоперифитона; 1* – 7* – станции отбора проб макрофитобентоса)

С каждой стороны буны заложены по четыре станции. Станции 1–4 расположены вдоль западной стороны, станции 5–8 – вдоль восточной. Для объективной оценки вклада перифитонного сообщества в структуру и функционирование прибрежной экосистемы проведено синхронное исследование макрофитобентоса (МФБ) акватории, прилегающей к западной стороне ГТС. Бентосные пробы собирали на глубине 0,5 м в четырехкратной повторности учетной рамкой размером 25 см×25 см [5].

Экологический состав идентифицировали с учетом классификации макроводорослей, предложенной А.А. Калугиной-Гутник [4]. Для описания сообщества применяли индекс Шеннона (H) [6]. Систему продукционного доминирования определяли с помощью шкалы Е.Л. Любарского [7]. На основе данных по фитомассе выявляли группы доминантов и содоминантов, рассчитывали коэффициент их доминирования (D) [7; 8]. Вариабельность показателей оценивали по шкале Г.Н. Зайцева [9]. Статистическую обработку данных проводили на основе пакета программ STATISTICA 6.0. Различия считали достоверными при значимости $\alpha \leq 0,05$.

Результаты и обсуждение

Общая характеристика макроводорослей охраняемой акватории в зимний период. Зимой на твердых искусственном (МФП) и естественном (МФБ) субстратах прибрежной акватории мыса Мартьян обнаружены 45 видов макроводорослей, относящиеся к 12 из 13 экологических групп, известных для водорослей Черного моря. Среди них отсутствуют пресноводно-солонатоводные виды.

Небольшим числом видов (1 и 4) представлены солоноватоводная и полисапробная группы – индикаторы высокой степени распреснения и загрязнения вод. Экологическими лидерами являются морская, солоноватоводно-морская, ведущая, однолетняя, олиго- и мезосапробная группы (41 – 55 % идентифицированных видов). Следует отметить, что доминирование ведущей и однолетней групп – характерная особенность фитоценозов твердых субстратов черноморского побережья, а солидарное господство двух галобных (морская и солоноватоводно-морская) и сапробных (олиго- и мезосапробная) групп можно причислить к специфической черте экоспектра альгопоселений в акватории мыса.

В составе МФП преобладают виды ведущей, однолетней, олигосапробной и морской групп (табл. 1), которые также лидируют в растительных сообществах многих участков черноморского побережья. Среди водорослей МФП нет солоноватоводных видов.

Таблица 1

Экологические группы МФП и их флористический состав в зимний период

Экологические группы	Зеленые	Бурые	Красные	Всего	
				N*	%
Ведущая	3	4	16	23	64
Редкая	3	1	2	6	17
Сопутствующая	2	1	4	7	19
Многолетняя	1	5	8	14	39
Однолетняя	5	0	12	17	47
Сезонная	2	1	2	5	14
Мезосапробионты	3	1	9	13	36
Олигосапробионты	3	5	12	20	56
Полисапробионты	2	0	1	3	8
Морская	2	5	14	21	58
Солоноватоводно-морская	6	1	8	15	42

Примечание. N* – абсолютное число видов.

Вторую позицию занимают многолетние, мезосапробные и солоноватоводно-морские водоросли. Вклад других групп не достигает 20 %. Экоспектры групп в отделах различаются своей полнотностью и перечнем базовых групп (табл. 1). Красные водоросли играют существенную роль в сложении большинства экогрупп. Сходство экоспектра зеленых и красных водорослей проявляется в его полнотности, а бурых и красных, как правило, в одноименности ключевых групп.

Водоросли МФБ представлены теми же группами, что и на ГТС, но дополнены солоноватоводными видами. Подобно МФП в МФБ много ведущих и однолетних видов. Однако, экоспектр МФБ проявляет специфичность, заключенную в равном развитии таких лидеров, как морские и солоноватоводно-морские виды, а также занимающих второе место многолетних и сезонных водорослей. Кроме того, в МФБ побережья мыса зимой доминируют не олигосапробионты, а индикаторы средней степени органического загрязнения водной среды – мезосапробионты. Зеленые водоросли входят в состав всех групп и наиболее распространены среди однолетников, мезосапробионтов и солоноватоводно-морских видов. Экоспектр бурых бентосных водорослей лишен представителей редкой и однолетней групп, а другие группы, в отличие от МФП, включают один – два вида. Среди красных водорослей в составе МФБ нет солоноватоводных видов, но много ведущих, однолетних, олигосапробных и морских, что характерно для отдела в МФП.

Опишем эколого-продукционные особенности МФП на восточной и западной сторонах ГТС, а также МФБ акватории, прилегающей к западной стороне.

Западная сторона ГТС и прилегающая акватория. Здесь на естественном субстрате произрастают 26 видов макроводорослей. Их экоспектр отличается небольшим вкладом солоноватоводных, полисапробных и сопутствующих видов (8 – 15 %). Наибольшее развитие получают ведущие, однолетние, мезосапробные, морские и солоноватоводно-морские виды. Можно отметить, что в это же время в побережье черноморской бухты Ласпи с однолетниками синхронно доминируют многолетники, а среди базовых групп отсутствуют мезосапробная и солоноватоводно-морская, что может свидетельствовать о разной экологической обстановке в районах исследований. Обращает на себя вни-

мание весомость вклада коротковегетирующих видов и видов-индикаторов органического загрязнения и распределения водной среды (54–77 %).

Во время съемки общая фитомасса видов МФБ составляла 695 г/м² и ее половина приходилась на бурые водоросли. Система продукционного доминирования включает виды четырех категорий (табл. 2).

Таблица 2

Система продукционного доминирования МФП и МФБ в прибрежье мыса Мартьян зимой

Степень доминирования видов	МФП						МФБ	
	Обе стороны ГТС		Западная сторона		Восточная сторона		N	%
	N*	%**	N	%	N	%		
Малозначимый	25	69,4	15	48	16	59	17	65
Второстепенный	7	19,4	12	39	8	30	5	19
Субдоминантный	3	8,3	2	6,5	2	7	3	12
Доминантный	1	2,8	2	6,5	0	0	1	4
Абсолютно доминантный	0	0	0	0	1	4	0	0

Примечание. * – абсолютное число видов, ** – относительное.

Продукционным лидером МФБ является *Cystoseira crinita* Duby, а ее содоминантами – *Ulva intestinalis* L., *Scytosiphon lomentaria* (Lyngb.) Link и *Laurencia coronopus* J. Agardh. Величина индекса Шеннона (H) равна 2,7, что соответствует олигодоминантности МФБ. Исключая ульву, господство таких видов сближает систему доминирования МФБ, охраняемой (у мыса) и неохраняемой (в бухте Ласпи) акваторий.

МФП на западной стороне представлен 31 видом. Его экоспектр состоит из большинства групп, входящих в состав бентоса в Черном море (табл. 3). Лидируют ведущая, однолетняя, иногда многолетняя и, как правило, мезосапробная группы (42 – 75 % видов на западной стороне). Максимум видов многих экогрупп приходится на центр ГТС, минимум – на отдаленный от суши участок. Изменчивость состава групп чаще соответствует «норме».

Таблица 3

Показатели пространственной изменчивости экологического состава МФП

Группы	Западная сторона ГТС			Восточная сторона ГТС		
	х±σ	C _v , %	изменчивость	х±σ	C _v , %	изменчивость
Ведущая	13±3	23	нижненормальная	12±2	19	нижненормальная
Сопутствующая	3±2	69	большая	2±1	41	верхненормальная
Редкая	3±1	29	верхненормальная	2±1	56	значительная
Многолетняя	8±2	27	верхненормальная	6±2	27	верхненормальная
Однолетняя	8±3	33	верхненормальная	8±1	14	нижненормальная
Сезонная	3±1	35	верхненормальная	2±1	38	верхненормальная
Морская	11±3	30	верхненормальная	9±2	24	нижненормальная
Солоноватоводно-морская	7±2	32	верхненормальная	7±1	20	нижненормальная
Олигосапробная	11±4	37	верхненормальная	8±1	18	нижненормальная
Мезосапробная	7±1	20	нижненормальная	6±1	24	верхненормальная
Полисапробная	2±1	38	верхненормальная	2±1	29	верхненормальная

Максимум фитомассы всего МФП на западной стороне зарегистрирован вблизи суши, минимум – в отдалении от нее. Изменчивость показателя находится в границах «нижней» нормы (табл. 4).

Основная часть фитомассы МФП (77 % средней фитомассы ценоза) образована за счет видов красных водорослей. Минимум общей фитомассы зеленых и бурых водорослей зафиксирован на станции 2, красных – на станции 3. Максимум фитомассы бурых и красных водорослей приурочен к станции 1, зеленых – к станции 3. Изменения показателя у зеленых и бурых водорослей превышают «норму», у красных – остаются в ее пределах.

Таблица 4

Фитомасса МФП и показатели ее пространственной изменчивости

Отдел	Фитомасса (В, г·м ⁻²)		Изменчивость	
	V _{min} – V _{max} *	V _{сред.}	C _v , %	тип
Chlorophyta	63,2 – 225,8*	124,2 ± 71,0	58	значительная большая
	2,5 – 111,0	53,3 ± 40,0	76	
Ochrophyta	107,0 – 592,0	320,6 ± 240,0	77	аномальная очень большая
	75,0 – 3084,0	1741,0 ± 1457,0	85	
Rhodophyta	896,8 – 1316	1185,6 ± 191,0	16	нижненормальная значительная
	183,4 – 1001,0	717,0 ± 365,0	52	
Весь ценоз	1325,1 – 2032,0	1550,3 ± 319,0	21	нижненормальная значительная
	1335,0 – 3746,5	2512,2 ± 1158,0	47	

Примечание. * – в числителе – фитомасса на западной стороне, в знаменателе – на восточной.

По абсолютной фитомассе доминантами МФП западной стороны являются *Ellisolandia elongata* (J. Ellis & Sol.), *Palisada perforata* (Bory) K.W. Nam, *Ceramium secundatum* Lyngb. и *Cystoseira barbata* (Stackh.) C. Agardh. Самый высокий коэффициент доминирования (D_i) у первых двух видов (50 %). Выявлено преимущество малозначимых по своей относительной фитомассе и второстепенных видов, а также отсутствие «абсолютных доминантов». Базовые продуценты включают виды красных и бурых водорослей. На самой выдвинутой в море станции величина индекса Н ниже, чем на других участках, поскольку здесь 55 % фитомассы МФП приходится только на *P. perforata*. Среднее значение индекса Н (3,2) отвечает полидоминантному характеру МФП.

Восточная сторона ГТС. Здесь обитают 27 видов, экоспектр которых сформирован 11 экогруппами без индикаторов сильного распреснения воды. Повсеместно господствуют ведущие, однолетние, олигосапробные виды. Изменчивость числа видов в группах «нормальная». Пик видового богатства групп, как на западной стороне, чаще приходится на центр ГТС.

На восточной стороне фитомасса МФП варьирует сильнее, чем на западной, но с той же локацией ее экстремумов. Ее среднее значение выше, а размах колебаний фитомассы позволяет отнести их к «значительным».

Основа абсолютной фитомассы МФП здесь образована за счет красных и бурых водорослей (60–97 %). Изменчивость показателя у отделов превышает «норму». Изменения фитомассы у красных водорослей носят колебательный характер, у зеленых она уменьшается, а у бурых увеличивается в направлении от суши к морю.

К ключевым продуцентам относится ограниченное число видов, среди которых самый высокий коэффициент D_i у *C. crinita* (75 %). Величина индекса Н существенно варьирует (0,7–2,6). Отмечено ее снижение и, значит, возрастание монодоминантности МФП с удалением от суши. Распределение видов в продукционной системе на востоке отличается от такового на западе господством исключительно малозначимых видов, отсутствием «доминантов» и выполнением *C. crinita* роли «абсолютного доминанта».

Сравнительная характеристика МФП на разноориентированных сторонах ГТС. В составе МФП на обеих сторонах ГТС одинаково отсутствуют пресноводно-солонатоводные и солонатоводные виды и совпадают ключевые экогруппы. Видовой состав многих групп варьирует в «норме», а максимум их разнообразия приурочен к центру ГТС. В МФП преобладают малозначимые виды, его монодоминантность растет с удалением от берега.

Наличие общих черт у МФП на разных участках ГТС говорит о том, что анализу подвержено одно и то же сообщество. Вместе с тем оно способно изменяться в пространстве даже в пределах одной гидротехнической конструкции. Так, МФП на восточной стороне обладает более высокой долей участия видов красных водорослей, большей средней фитомассой ценоза и более существенным размахом крайних значений этого показателя. На западе базовые продуценты относятся к красным водорослям, а на восточной – к красным и бурым водорослям. Монодоминантность МФП более выражена на востоке.

Сравнительная характеристика МФП и МФБ прибрежья мыса Мартьян. Сравнительный анализ МФП и МФБ выявил сходные признаки. К ним относятся: примерно равное число видов в сопутствующей, редкой и солонатоводно-морской группах; сопоставимое абсолютное число поли- и мезосапробных видов, а также коротковегетирующих видов. В обоих ценозах всегда господствуют ведущая и однолетняя группы, в системе продукционного доминирования нет «абсолютных доми-

нантов», а число содоминантов и доминантов почти равное. Вместе с тем ценозы обладают различиями, позволяющими судить о степени их структурно-функциональной обособленности. Так, в МФП большее развитие имеют морские, олигосапробные и многолетние виды. В нем вдвое больше второстепенных и доминантных видов, о чем свидетельствует индекс Шеннона. В свою очередь, МФБ отличается высоким вкладом малозначимых видов, равным развитием морской и солоноватоводно-морской групп, наличием солоноватоводных видов и господством мезосапробионтов. Главные продуценты МФБ – бурые водоросли, МФП – красные, доминанты и содоминанты не совпадают. *S. crinita*, выступающая продукционным доминантом МФБ, в МФП занимает позицию содоминанта.

Выводы

1. Экологическими особенностями МФБ исследованной акватории зимой являются: отсутствие или небольшой вклад видов-индикаторов высокой степени распреснения водной среды; преимущественное развитие ведущих, однолетних, мезосапробных, морских и солоноватоводно-морских водорослей. Его продукционным доминантом является *S. crinita*.

2. В составе МФП господствуют ведущая, многолетняя и однолетняя, морская и олигосапробная группы. Его базовые продуценты относятся к красным и бурым водорослям.

3. Видовой состав многих экогрупп варьирует в «норме», а максимум их разнообразия приурочен к центру ГТС.

4. Выявлен комплекс общих признаков МФП с разных сторон ГТС. Показано, что такое сообщество способно изменяться даже в пределах одной гидротехнической конструкции, приобретая черты, характерные для водорослей каждой из сторон в отдельности.

5. Сопоставление МФП и МФБ в одной акватории показало наличие сходства и специфических особенностей у каждого, что свидетельствует об объективности существования ценозов разных жизненных форм, но с единым происхождением и взаимодополняющими качествами, обеспечивающими функционирование прибрежной экосистемы.

Работа выполнена по теме госзадания ФГБУН ИМБИ РАН «Исследование механизмов управления продукционными процессами в биотехнологических комплексах с целью разработки научных основ получения биологически активных веществ и технических продуктов морского генезиса» номер госрегистрации АААА-А18-118021350003-6.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Evstigneeva I.K., Tankovskaya I.N. Structure and Dynamics of Macrophyte Fouling of a Hydraulic Structure (Black Sea). Power Technology and Engineering. 2019. Vol. 53, iss. 1. P. 14–22. DOI: 10.1007/s10749-019-01027-7
2. Работнов Т.А. Фитоценология. 2-е изд. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1983. 296 с.
3. Евстигнеева И.К., Евстигнеев В.П., Танковская И.Н. Структурно-функциональные особенности черноморского макрофитобентоса в районах с разным ветро-волновым режимом // Вода и экология: проблемы и решения. 2019. №2 (78). С. 82-91. DOI: 10.23968/2305-3488.2019.24.2.82-91.
4. Евстигнеев В.П., Наумова В.А., Воскресенская Е.Н., Евстигнеев М.П., Любарев Е.П. Ветро-волновые условия прибрежной зоны Азово-Черноморского региона. Севастополь: ИПТС, 2017. 320 с.
5. Калугина-Гутник А.А. Фитобентос Черного моря. Киев: Наукова думка, 1975. 248 с.
6. Wilhm J.L. Use of biomass units in shannon's formula // Ecology. 1968. Vol. 49. № 1. P. 153-156.
7. Розенберг Г.С. Количественные методы экологии и гидробиологии // Сб. научн. трудов, посвящ. памяти А.И. Баканова. Тольятти: СамНЦ РАН. 2005. 404 с.
8. Дажо Р. Основы экологии / пер. с фр. В.И. Назарова; ред. проф. В.В. Алпатова. М.: Прогресс, 1975. 245 с.
9. Зайцев Г.Н. Математика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1990. 296 с.

Поступила в редакцию 19.08.2019

Евстигнеева Ирина Константиновна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник
отдела биотехнологий и фиторесурсов

E-mail: ikevstigneeva@gmail.com

Танковская Ирина Николаевна, младший научный сотрудник

E-mail: itankovskay@gmail.com

ФГБУН ФИЦ Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН
299011, Россия, г. Севастополь, пр. Нахимова, 2

I.K. Evstigneeva, I.N. Tankovskaya

ECOLOGICAL DIVERSITY AND PRODUCTION CHARACTERISTICS OF FOULING ALGAE OF SOLID SUBSTRATES AND WATERWORKS IN THE BLACK SEA (CAPE MARTYAN)

DOI: 10.35634/2412-9518-2019-29-3-346-352

The ecological composition and production indicators of waterworks macrophytoperiphyton and their spatial dynamics were studied in the coastal zone of the Cape Martyan Reserve in the winter period. To assess the contribution of periphyton algae to the structure and functioning of the coastal ecosystem, a synchronous study of macrophytobenthos of the water area adjacent to the western side of the waterworks was organized. Macrophytobenthos includes 26 species, among which the leading, annual, mesosaprobic, marine and brackish-water algae dominate. The macrophytobenthos production dominant is *Cystoseira crinita*. Macrophytoperiphyton is represented by 36 species, among which the leading, perennial and annual, marine and oligosaprobic algae prevail. The main producers of macrophytoperiphyton are Rhodophyta and Ochrophyta. A set of general signs of macrophytoperiphyton in different parts of the waterworks was established. It is shown that fouling is able to change in space even within the same waterworks, acquiring features characteristic of the algae of each of its sides. Comparison of benthos algocenosis and periphyton of the same region revealed the presence of similar and specific features, which indicates the objectivity of the existence of cenosis of different life forms, but having single origin and complementary features that ensure the successful functioning of the coastal ecosystem.

Keywords: macrophytobenthos, macrophytoperiphyton, ecologic composition, phytomass, dominants, variability, the reserve of “Cape Martyan”, the Black Sea.

REFERENCES

1. Evstigneeva I.K., Tankovskaya I.N. Structure and Dynamics of Macrophyte Fouling of a Hydraulic Structure (Black Sea). Power Technology and Engineering, 2019, Vol. 53, iss. 1, pp. 14–22. DOI: 10.1007/s10749-019-01027-7
2. Rabotnov T.A. *Fitocenologiya* [Phytosociology]. 2nd ed. Moscow: Moscow State Univ., 1983. 296 p. (in Russ.).
3. Evstigneeva I.K., Evstigneev V.P., Tankovskaya I.N. [Structural and functional characteristics of the Black sea microphytobenthos in regions with different wind-wave conditions], in *Water and Ecology: problems and solutions*, 2019, no. 2 (78), pp. 82-91. DOI: 10.23968/2305-3488.2019.24.2.82-91 (in Russ.).
4. Evstigneev V.P., Naumova V.A., Voskresenskaya E.N., Evstigneev M.P., Lyubarets E.P. *Vetro-volnovye usloviya pribrezhnoj zony Azovo-Chernomorskogo regiona* [Wind-wave climate over the coastal zone of the Azov and the Black seas], Sevastopol: Institute of Natural and Technical Systems Publ., 2017, 320 p. DOI: 10.33075/978-5-6040795-0-8. (in Russ.).
5. Kalugina-Gutnik A.A. *Fitobentos Chernogo moray* [Phytobenthos of the Black Sea], Kiev: Naukova dumka, 1975, 248 p. (in Russ.).
6. Wilhm J.L. Use of biomass units in shannon’s formula. *Ecology*, 1968, vol, 49, no. 1, pp. 153–156.
7. Rozenberg G.S. *Kolichestvennye metody ehkologii i gidrobiologii* [Quantitative methods in Ecology and Hydrobiology], Tolyatti: SamSC RAS, 2005, 404 p. (in Russ.).
8. Dajor R. Principles Ecology. Nazarov V.I., translated from France, Alpatov V.V. (ed), Moscow: Progress Publ., 1972, 415 p. (in Russ.).
9. Zaytsev G.N. *Matematika v eksperimental'noj botanike* [Mathematics in Experimental Botany], Moscow: Nauka, 1990, 296 p. (in Russ.).

Received 19.08.2019

Evstigneeva I.K., Candidate of Biology, Senior researcher at the Dept. of Biotechnology and Phytoresources

E-mail: ikevstigneeva@gmail.com

Tankovskaya I.N., junior researcher at the Dept. of Biotechnology and Phytoresources

E-mail: itankovskay@gmail.com

Institute of Biology of the Southern Seas of RAS

Nakhimova ave., 2, Sevastopol, Russia, 299011