

СЕЗОННАЯ И БАТИМЕТРИЧЕСКАЯ ДИНАМИКА МАКРОФИТОБЕНТОСА БУХТЫ КАРАНТИННАЯ

*И.К. Евстигнеева, С.А. Ковардаков,
Ю.К. Фирсов, И.Н. Танковская*

Институт биологии южных морей
НАН Украины
г. Севастополь, пр. Нахимова, 2
E-mail: skovardakov@mail.ru

В статье рассмотрена сезонная и батиметрическая динамика донного фитоценоза (сообщества макрофитов) расположенного на входе в Карантинную бухту (Севастополь). Макрофитобентос бухты Карантинная представлен 56 видами, 39 родами, 24 семействами, 19 порядками отделов Chlorophyta, Phaeophyta и Rhodophyta. Максимальная биомасса фитоценоза – свыше 6 кг/м² зафиксирована весной на глубине 15 метров. В летне-осенний период этот показатель снижается в три раза.

Введение. Прибрежные экосистемы Черного моря постоянно испытывают антропогенное влияние, что приводит к изменению видового и количественного состава гидробионтов и, в свою очередь, к изменению качества морской среды. Во многом функционирование морских прибрежных экосистем определяется состоянием макрофитобентоса, обитающего в прибрежной зоне, и его способностью к очищению морской воды. Адаптационные возможности макрофитобентоса большие, но не безграничны и при дальнейшем антропогенном прессе возможны необратимые процессы, ведущие к ухудшению качества прибрежных вод.

Комплексные фитоценологические исследования морских прибрежных акваторий позволяют не только отразить адаптационные возможности водорослей к определенным условиям среды, но и, учитывая данные о потоках различных химических элементов через звено макрофитов, сделать расчеты по экологической емкости акваторий и спрогнозировать экологические последствия при определенных тенденциях эвтрофирования.

Данная работа посвящена результатам гидробиотанических исследований в течении трех сезонов года бухты Карантинной, которая до недавнего времени оставалась практически закрытой для подобных работ и сведения о флористическом разнообразии

макрофитобентоса бухты в литературе отсутствуют.

Материалы и методы. Пробы макроводорослей отобраны в весенний, летний и осенний сезоны 2005 на стандартных гидробиотанических разрезах (в четырехкратной повторности учетной рамкой площадью 25 × 25 см на глубинах 0,1; 0,5; 1; 3; 5; 10 и 15 м) по методике [1]. Систематическое положение представителей отделов Chlorophyta, Phaeophyta и Rhodophyta приведено по А.Д. Зиновой [2]. Для оценки структуры макрофитобентоса (МФБ) применяли коэффициенты встречаемости [3], сходства видов по Жаккару (K_j), [4], индекс Шеннона в модификации Вильма [5]. Для описания изменчивости характеристик сообщества определяли лимиты и размах их вариации [6], а по коэффициенту вариации (C , %) определяли балл и характер изменчивости биологических признаков [7].

Результаты и обсуждение. Общая характеристика таксономической структуры МФБ бухты Карантинной. Гидробиотанические исследования МФБ бухты Карантинной показывают, что он представлен 56 видами, 39 родами, 24 семействами, 19 порядками отделов Chlorophyta (Ch), Phaeophyta (Ph) и Rhodophyta (Rh) (таблица 1).

На долю Rhodophyta приходится свыше 50 % видов, родов, почти половина семейств и более трети порядков. По видовому разнообразию Chlorophyta занимают вторую позицию, а по остальным показателям – последнюю, третью. Phaeophyta в этом отношении занимают промежуточное положение. Для каждого отдела макроводорослей характерны свои таксономические пропорции. Так, у Phaeophyta видовые и надвидовые таксоны в порядке возрастания ранга соотносятся друг с другом как 1:1:1:1, что свидетельствует об упрощенности таксономической структуры отдела в условиях бухты. Пропорции таксонов у двух других отделов имеют сходный характер (4:2:1:1 – у Chlorophyta; 4:3:1:1 – у Rhodophyta). Все отделы совпадают на уровне количественного соотношения семейств и порядков.

Сопоставление полученных результатов с таковыми для Черного моря в целом [8] показало, что в бухте обитает четверть видов водорослей, относящихся к трети родов и семейств, объединенных в порядки, на долю которых приходится более 80 % таковых в бентали моря. По отношению к флоре Севастопольского региона в бухте

Таблица 1 – Видовой состав и сезонная встречаемость (R) макроводорослей бухты Карантинной

№ п.п.	Таксон	Весна	Лето	Осень	R, %*
Chlorophyta					
1	<i>Enteromorpha clathrata (Roth) Grev.</i>	+			33
2	<i>E. linza</i>	+			33
3	<i>E. intestinalis</i>	+	+	+	100
4	<i>Ulva rigida</i>	+	+	+	100
5	<i>Chaetomorpha aërea</i>	+	+	+	100
6	<i>Ch. linum</i>	+	+	+	100
7	<i>Cladophora albida</i>	+	+	+	100
8	<i>C. sericea</i>	+	+		67
9	<i>C. liniformis</i>	+	+		67
10	<i>C. laetevirens</i>	+	+		67
11	<i>Bryopsis corymbosa</i>	+	+	+	100
12	<i>B. plumosa</i>	+	+		67
13	<i>B. hypnoides</i>	+	+		67
14	<i>Cladophoropsis membranacea</i>	+	+	+	100
15	<i>Ulothrix implexa</i>	+		+	67
16	<i>Pilinia ramosa</i>	+			33
Всего Chlorophyta: 16 видов, 8 родов, 5 семейств, 4 порядка					
Phaeophyta					
17	<i>Feldmania irregularis</i>	+	+		67
18	<i>Ectocarpus siliculosus</i>	+			33
19	<i>Striaria attenuata</i>	+			33
20	<i>Scytosiphon simplicissimus</i>	+	+		67
21	<i>Cladostephus spongiosus</i>	+	+	+	100
22	<i>Stilophora rhizodes</i>	+			33
23	<i>Cystoseira barbata</i>	+	+	+	100
24	<i>C. crinita</i>	+	+	+	100
25	<i>Zanardinia prototypus</i>	+	+		67
26	<i>Nereia filiformis</i>		+	+	67
Всего Phaeophyta: 10 видов, 9 родов, 8 семейств, 8 порядков					
Rhodophyta					
27	<i>Phyllophora nervosa</i>	+	+	+	100
28	<i>Gelidium latifolium</i>	+	+	+	100
29	<i>G. crinale</i>	+	+	+	100
30	<i>Ceramium rubrum auctorum</i>	+	+	+	100
31	<i>C. diaphanum</i>	+	+	+	100
32	<i>C. secundatum</i>	+	+		67
33	<i>C. ciliatum</i>	+			33
34	<i>Polysiphonia. denudata</i>	+			33
35	<i>P. subulifera</i>	+		+	67
36	<i>P. elongata</i>	+	+	+	100
37	<i>P. opaca</i>			+	33
38	<i>Corallina mediterranea</i>	+	+	+	100
39	<i>Jania rubens</i>		+		33
40	<i>Grateloupia dichotoma</i>	+	+	+	100
41	<i>Antithamnion cruciatum</i>	+	+		67
42	<i>Callithamnion corymbosum</i>	+	+	+	100
43	<i>Lomentaria clavellosa</i>	+	+		67
44	<i>Chylocladia squarrosa</i>	+			33

Продолжение таблицы 1

45	<i>Porphyra leucostica</i>	+			33
46	<i>Nitophyllum punctatum</i>	+			33
47	<i>Apoglossum ruscifolium</i>	+			33
48	<i>Acrochaetium thuretii</i>	+			33
49	<i>Chondrophyucus papillosus</i>	+	+		67
50	<i>Kylinia virgatula</i>	+		+	67
51	<i>Spermathamnion strictum</i>	+	+	+	100
52	<i>Laurencia coronopus</i>	+	+	+	100
53	<i>L. obtusa</i>		+		33
54	<i>Chondria capillaris</i>		+		33
55	<i>Fosliella farinosa</i>		+		33
56	<i>Erythrotrichia carnea</i>			+	33
Всего Rhodophyta: 30 видов, 22 рода, 11 семейств, 7 порядков					
Итого: 56 видов, 39 родов, 24 семейства, 19 порядков					

Карантинной произрастает треть видов Chlorophyta и Rhodophyta, а также четверть – Phaeophyta

Среди порядков, формирующих таксономическую структуру МФБ бухты, по разнообразию видов, родов и семейств лидирует Ceramiales. На этот таксон приходится 30 % видов и 25 % родов водорослей исследованной акватории. Более двух родов включают семейства Corallinaceae, Ceramiaceae, Rhodomelaceae, объединяющие треть общего количества видов. Первые ранговые места среди родов принадлежат *Ceramium* Roth., *Polysiphonia* Grev., *Gelidium* Lamour. и *Laurencia* J. V. Lamour. Эти роды составляют 10 % всех родов, или 21 % общего видового разнообразия в бухте. Остальные роды – моновидовые.

Встречаемость видов. Значения коэффициента встречаемости R в исследованные сезоны у отделов и слагающих их видов отличаются диапазоном варьирования. У отделов этот показатель равняется 100 %, а у отдельных видов – 33 – 100 %. Виды с максимальным и минимальным уровнем R характеризуются равным вкладом (36 %) в общую структуру МФБ, что обеспечивает им преимущество перед видами с промежуточным значением этого показателя. Среди Chlorophyta доля видов с максимальной встречаемостью достигает 41 %, а с низкой – 25 %. Phaeophyta отличаются преобладанием видов со средним по величине коэффициентом R (67 %) и равной долей видов с его крайними значениями. Среди Rhodophyta больше видов, зарегистрированных лишь в один из сезонов. В зависимости от значений R, характеризующих сезонную встре-

чаемость, виды МФБ бухты Карантинной можно разделить на две из трех известных групп постоянства [3]: постоянные (R > 50 %) и добавочные (R = 25 – 50 %) виды. Случайные виды с показателем R менее 25 % не характерны для этого фитоценоза.

Исследование встречаемости ведущих родов на разных глубинных горизонтах показало, что диапазон варьирования значений коэффициента R составляет 14 – 100 % (таблица 2). Стопроцентную встречаемость имеют только два рода (*Cladophora* Kütz. и *Ceramium*), что составляет 8 % общего разнообразия ведущих родов. Около половины родов МФБ бухты зарегистрированы на одном – двух горизонтах, пятая часть – на пяти из семи исследованных. Среди отделов самый высокий средний показатель R у Chlorophyta (69 %), а самый низкий – у Phaeophyta (34 %).

Сезонная динамика структуры МФБ бухты Карантинной. В период исследований общее число видов в МФБ бухты изменяется от 26 до 49 с максимумом весной (таблица 3). Доля видов, зарегистрированных весной, составляет 87,5 % общего видового разнообразия альгофлоры бухты. К лету оно снижается в 1,4 раза, а к осени – почти вдвое по сравнению с весенним уровнем. Уменьшение числа видов сопровождается сокращением их доли в общей структуре МФБ. Качественное сходство видовых комплексов в разные сезоны оценивается коэффициентом Жаккара, равным 50 %. Видовое сходство в большей мере проявляется при попарном сопоставлении фитоценозов в смежные месяцы (весна – лето, лето – осень).

Таблица 2 – Разнообразие и встречаемость ведущих родов МФБ на разных глубинах в б. Карантинной

№ пп	Таксон	Глубина, м						R, в	
		0,1	0,5	1	3	5	10	15	%
Chlorophyta									
1	<i>Ulva</i>	+	+	+	+	+	-	-	71
2	<i>Cladophora</i>	+	+	+	+	+	+	+	100
3	<i>Cladophoropsis</i>	-	-	-	+	+	+	+	57
4	<i>Enteromorpha</i>	+	+		+	+	-	-	57
5	<i>Bryopsis</i>	-	+	+	+	+	-	-	57
6	<i>Chaetomorpha</i>	+	+	+	+	+	-	-	71
Всего Chlorophyta		4	5	4	6	6	2	2	
Phaeophyta									
7	<i>Cystoseira</i>			+	+	+	+	+	71
8	<i>Feldmania</i>	-	-	-	+	-	-	-	14
9	<i>Ectocarpus</i>	+	-	-	+	+	-	-	43
10	<i>Striaria</i>				+				14
11	<i>Scytosiphon</i>	+							14
12	<i>Cladostephus</i>				+	+	+		43
13	<i>Stilophora</i>	+				+			28
14	<i>Zanardinia</i>			+	+	+	+	+	57
15	<i>Nereia</i>		+	+	+		+		57
Всего Phaeophyta		3	1	3	7	5	4	2	
Rhodophyta									
16	<i>Phyllophora</i>	+		+	+	+	+	+	71
17	<i>Gelidium</i>	+	+	+	+	+			71
18	<i>Ceramium</i>	+	+	+	+	+	+	+	100
19	<i>Polysiphonia</i>		+	+	+	+	+	+	71
20	<i>Callithamnion</i>	+	+		+				43
21	<i>Grateloupia</i>	+	+	+	+				57
22	<i>Laurencia</i>					+	+		28
23	<i>Lomentaria</i>				+	+			28
24	<i>Apoglossum</i>	+				+			28
25	<i>Corallina</i>				+	+			28
Всего Rhodophyta		6	5	5	8	8	4	3	
Итого:		13	11	12	21	19	10	7	

Таблица 3 – Флористический состав МФБ бухты Карантинной в разные сезоны

Таксон	Сезон		
	весна	лето	осень
Число видов (единицы / %)			
Chlorophyta	16/33*	10/28	7/27
Phaeophyta	9/18	7/19	4/15
Rhodophyta	24/49	19/53	15/58
Всего:	49/87,5**	36/64	26/46
* – процент числа видов в данном сезоне			
** – процент общего числа видов			

Общее число видов Chlorophyta от весны к осени снижается почти в 1,5 раза. Эта же тенденция, но в менее выраженной степени, характерна и доле видов данного отдела.

Сезонные комплексы видов Chlorophyta совпадают почти на 60%. Особенно велико видовое сходство зеленых водорослей в первой половине года. Подобно

Chlorophyta, видовое обилие Phaeophyta снижается от 9 видов весной и до 4 – осенью. При этом доля видов остается почти без изменений. Флористическое сходство сезонных комплексов Phaeophyta ниже, чем у Chlorophyta ($K_j = 49\%$) и наиболее выражено весной и летом, весной и осенью. В отличие от двух других отделов Phaeophyta существенно различаются даже в смежные сезоны (лето – осень).

Степень схождения Rhodophyta соответствует таковой у всей видовой структуры МФБ ($K_j = 51\%$) и свидетельствует о том, что сезонные комплексы видов одинаковы только наполовину. Разнообразие водорослей этого отдела, подобно двум другим, снижается от весны к лету, тогда как доля этих видов, в отличие от Chlorophyta и Phaeophyta, постепенно увеличивается с 49% весной до 58% осенью.

Весной МФБ бухты сформирован 49 видами, среди которых господствуют Rhodophyta, а вторую и третью позиции занимают Chlorophyta и Phaeophyta. Летом и осенью в состав МФБ бухты входят соответственно 36 и 26 видов, основная часть которых относится к Rhodophyta. Пропорции отделов весной и осенью в зависимости от числа видов одни те же: 2Ch : 1Ph : 3Rh.

Батиметрическая изменчивость структуры МФБ бухты Карантинной. Поскольку для анализа были только данные по разнообразию родов на разных горизонтах, то при описании батиметрической изменчивости таксономической структуры МФБ ограничимся сведениями о встречаемости и количеству таксонов этого ранга.

За период наблюдений представители каждого из отделов неизменно входили в состав фитоценозов на каждом из исследованных горизонтов. Общее число родов варьировало в широком диапазоне: от 6 до 20 с минимумом на глубине 15 м и максимумом на 5 м, составляя в среднем 13 ± 4 таксона (таблица 4). Изменчивость анализируемого показателя разнообразия соответствует «верхней» норме, или 3 баллам. У Chlorophyta размах вариаций числа родов составляет 4 таксона, а у двух других отделов – 6. Среднее для каждого отдела число родов на всех глубинах одинаковое (4 – 5 таксонов). Изменчивость числа родов у

Rhodophyta и Chlorophyta соответствует «верхней» норме (3 балла), а у Phaeophyta – «значительной» (4 балла). Рассмотрим особенности батиметрической изменчивости разнообразия родов в разные сезоны.

Весной общее число родов в структуре МФБ бухты Карантинная колеблется от 3 на глубине 15 м и до 20 на глубине 5 м, составляя в среднем 11 ± 5 таксонов. Значение коэффициента вариации S соответствует «значительной» изменчивости анализируемого параметра. В этот период вегетации среди отделов у Rhodophyta самый высокий размах вариации и наибольшее среднее число родов (8 и $5,4 \pm 2,2$ рода). Вторую позицию занимают Chlorophyta, у которых степень изменчивости числа родов «большая» (5 баллов). Встречаемость водорослей данного отдела довольно высокая ($R = 86\%$). Представители Phaeophyta не столь многочисленны, как в других отделах, а область их распространения весной ограничена глубинами 3 – 15 м. Среднее число родов в местах обитания составляет 2 ± 1 таксона. Высокий коэффициент S у числа родов в пределах всего разреза (105%) свидетельствует об «аномальной» изменчивости показателя. В целом, разнообразие родов у разных отделов МФБ весной отличается высокой степенью батиметрической изменчивости – Летом разнообразие родов наиболее выражено на глубине 3 м и минимизировано на границе суши и моря (глубина 0,1 м). Среднее для разреза число родов вдвое ниже, чем весной, хотя варибельность самого параметра остается «значительной». В этот период года Chlorophyta проявляют 100%-ную встречаемость, у Rhodophyta она ниже (86%) и совсем мала у Phaeophyta (57%). Подобно весне бурые водоросли вегетируют на глубинах свыше 3 м. На границе суши и моря фитоценоз полностью сформирован зелеными водорослями, к которым на глубине 0,5 и 1 м присоединяются багрянки, а глубже – бурые водоросли. С глубины 0,1 м и до 3 м родовое разнообразие возрастает в 5 раз, на глубине 5 м оно снижается вдвое и остается таковым на 10 и 15 м. С глубиной меняется не только флористический состав МФБ, но и количественные пропорции отделов в зависимости от числа родов.

Таблица 4 – Батиметрическая изменчивость таксономической структуры МФБ в бухте Карантинной

Показатель	$\lim_{\min}^* - \lim_{\max}$	Размах вари- бельности	$N_{\text{сред.}}$	σ^{**}	$C^{***}, \%$	Характер (балл вари- бельности)
Весна						
Число родов						
общее	3 – 21	18	11	4,9	60,5	значительная (4 б.)
у Chlorophyta	0 – 6	6	3,3	1,6	65,1	большая (5 б.)
у Phaeophyta	0 – 5	5	1,9	1,4	105,1	аномальная (7 б.)
у Rhodophyta	2 – 11	9	6,4	2,4	50,7	значительная (4 б.)
Лето						
Число родов						
общее число	2 – 11	9	6	2,0	45,1	значительная (4 б.)
у Chlorophyta	2 – 4	2	2,1	0,7	42,0	«верхняя» норма (3 б.)
у Phaeophyta	0 – 2	2	0,7	0,6	105,8	аномальная (7 б.)
у Rhodophyta	0 – 6	6	3,1	1,5	64,8	большая (5 б.)
Осень						
Число родов						
общее	3 – 7	4	5,4	1,6	33,6	«верхняя» норма (3 б.)
у Chlorophyta	1 – 1	0	1	–	–	–
у Phaeophyta	1 – 2	1	1,4	0,5	39,1	«верхняя» норма (3 б.)
у Rhodophyta	1 – 5	4	3	1,4	52,7	значительная (4 б.)
Число родов за весь срок наблюдений						
общее	10 – 21	11	14,5	3,8	32,6	«верхняя» норма (3 б.)
у Chlorophyta	2 – 6	4	4,5	1,2	33,7	«верхняя» норма (3 б.)
у Phaeophyta	1 – 7	6	4	2,2	54,8	значительная (4 б.)
у Rhodophyta	4 – 8	4	6	1,3	27,9	«верхняя» норма (3 б.)
\lim^* – лимит σ^* – доверительный интервал C^* – коэффициент вариации						

Степень изменчивости родового разнообразия у Rhodophyta, по сравнению с предыдущим сезоном, меняется со «значительной» на «большую», а у Chlorophyta снижается до «верхней» нормы. У Phaeophyta летом число родов почти не меняется с глубиной.

Осенью размах вариации числа родов на разных глубинах (4 рода) – наименьший за весь срок наблюдений, а среднее значение самого показателя почти не отличается от такого летом.

Варибельность общего числа родов в структуре МФБ соответствует «верхней» норме и оценивается более низким значением C , по сравнению с другими сезонами. Осенью Chlorophyta обнаружен на всех глубинных горизонтах и в одном и том же количестве (по 1 роду), которое вдвое – втрое меньше, чем весной и летом. Бурые водоросли, в отличие от ситуации других сезонов, осенью встречаются на всех горизонтах

и не отличаются большим разнообразием (1 – 2 рода). Rhodophyta по-прежнему сохраняют позицию отдела с высокой встречаемостью своих представителей. Число родов особенно велико на малых горизонтах, тогда как глубже происходит постепенное снижение показателя до 1 таксона. Среднее для разреза число родов Rhodophyta такое же, как летом, а варибельность показателя соответствует весеннему уровню.

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод о том, что разнообразие родов в весенне-летний период возрастает до глубины 5 м, а затем уменьшается в несколько раз. Осенью между изменением числа родов и глубины проявляется обратная зависимость. Максимум разнообразия родов чаще приходится на глубину 3 м, реже – на 5 м и иногда – на 0,5; 1 и 10 м. Минимум показателя у разных отделов разобщен в пространстве: у Chlorophyta и

Rhodophyta он чаще приурочен к 10 и 15 м, а у Phaeophyta зарегистрирован в разные сезоны почти на всех горизонтах.

Фитомасса и доминанты МФБ в зависимости от сезона и глубины обитания. В пе-

риод исследований суммарная фитомасса макроводорослей варьировала в широком диапазоне: от 106 до 6354 г·м⁻² с максимумом весной на глубине 15 м и минимумом летом там же (таблица 5).

Таблица 5 – Батиметрическая изменчивость фитомассы МФБ в бухте Карантинной

Фитомасса, г·м ⁻²						
Сезон	V _{мин} – V _{макс}	Индекс Шеннона	V _{сред.}	σ	C, %	Характер (балл вариативности)
Весна	1416 – 6354	2,55	2950,9	1499,2	68,6	большая (5 б)
Лето	106 – 2446	2,4	1241,9	706,9	76,8	большая (5 б)
Осень	1540 – 2179	2,3	1904,6	283,7	17,0	«нижняя» норма (2 б)

Весной диапазон колебаний фитомассы на разных горизонтах составил 1416 (0,5 м) – 6354 (15 м) г·м⁻², а ее среднее значение – 2560 ± 1499 г·м⁻². Такой диапазон и значение коэффициента C свидетельствуют о «большой» изменчивости, оцениваемой в 5 баллов

Суммарная фитомасса представителей отдела зеленых водорослей варьирует еще существеннее, когда ее минимум (8 г·м⁻²) и максимум (672 г·м⁻²) отличаются на два порядка. Вклад фитомассы таких водорослей в суммарную невелик, за исключением фитоценоза на глубине 0,1 м, где на Chlorophyta приходится почти 40 %. Выявленные особенности характерны и для фитомассы Phaeophyta, роль которых как продуцентов в относительно полной мере проявляется на 5 и 10 м (42 и 58 %). На долю фитомассы Rhodophyta на разных глубинах приходится от 42 до 99,7 % с максимумом как на малых, так и на самых больших глубинах в пределах разреза.

Группа доминирующих по фитомассе водорослей сформирована представителями трех родов Rhodophyta и 1 рода Phaeophyta. Наиболее часто в роли лидера выступают виды рода *Ceramium*. Группа сопряженных с доминантами водорослей шире на один род и разнообразнее за счет представителей Chlorophyta. Из анализа состава обеих групп следует, что из всех доминантов только *Polysiphonia* и *Phyllophora* (Grev.) являются облигатными лидерами, тогда как большинство других относится к факультативным компонентам МФБ. Индекс Шеннона, рассчитанный по биомассе водорослей, входящих в весенний фитоценоз на разных горизонтах, является самым высоким за весь срок наблюдений (2,55).

Летом биомасса фитоценоза на разной глубине варьирует широко, хотя лимиты и размах ее вариаций существенно ниже, чем весной. Вдвое меньше и средняя для разреза фитомасса, степень изменчивости которой остается такой же, что и в предыдущем сезоне. Суммарная фитомасса водорослей в границах каждого из трех отделов и соответствующего фитоценоза наиболее велика на глубинах 0,5; 1 и 3 м. Доля фитомассы Chlorophyta, как было замечено ранее, больше всего на глубине 0,1 м (100 %), Phaeophyta – на 3 м (54 %), а Rhodophyta – на 0,5 м (72 %). Из трех отделов, только у Rhodophyta проявляется обратная зависимость между фитомассой и глубиной произрастания.

Летом группа доминантов включает 7 родов трех отделов, что разнообразнее, чем весной. В этом качестве зеленые водоросли не уступают красным и заметно превосходят бурые. Группа содоминантов шире и в ней господствуют представители Rhodophyta. Индекс Шеннона слегка ниже, чем весной, но по-прежнему свидетельствует о достаточно высоком разнообразии содоминантов.

Осенью фитомасса водорослей превышает таковую летом без достижения весеннего максимума. Батиметрическая изменчивость показателя в этот период года невелика и соответствует «нижней» норме. Chlorophyta господствуют на глубинах 5 и 10 м (68 и 81 %), Phaeophyta – на 3 м (76 %), а Rhodophyta, подобно летней ситуации – на 0,5 м (86 %). Выявленная в предыдущем сезоне зависимость фитомассы Rhodophyta от глубины сохраняется и осенью.

Группы доминантов и содоминантов в осенний период сложены каждая тремя родами трех отделов. В это время в качестве лидера чаще выступают *Cystoseira barbata* C. Ag., *Cladophoropsis membranacea* (Hofm. Bang ex C. Ag.) Børg., а в роли содоминанта – *Ulva rigida* C. Ag. Небogatый по сравнению с другими сезонами состав лидирующих компонентов фитоценозов соответствует значению индекса Шеннона, который ниже, чем в иные сезоны.

В целом, состав доминантов расширяется от сезона к сезону, причем на глубинах свыше 1 м нередки случаи его качественного совпадения.

Заключение. Исследования макрофитобентоса бухты Карантинной показали, что он представлен 56 видами, 39 родами, 24 семействами, 19 порядками отделов Chlorophyta, Phaeophyta и Rhodophyta. По отношению к флоре Севастопольского региона в бухте произрастает треть видов Chlorophyta и Rhodophyta, а также четверть – Phaeophyta.

В зависимости от значений коэффициента встречаемости водорослей в разные сезоны виды МФБ бухты относятся к его постоянным и добавочным компонентам. Анализ встречаемости ведущих родов на разной глубине показал широкий диапазон ее варьирования (14 – 100 %).

По сезонам общее число видов в МФБ бухты изменяется от 26 до 49 с максимумом весной. Летне-осеннее сокращение видового разнообразия альгофлоры сопровождается снижением доли видов в структуре МФБ.

Разнообразие родов в весенне-летний период возрастает до глубины 5 м, а затем уменьшается в несколько раз. Для осени характерна обратная зависимость между числом родов и глубиной обитания. Максимум сезонного разнообразия родов, как правило, приходится на глубину 3 м. Минимум показателя у отделов разобщен в пространстве. Изменчивость числа родов у Rhodophyta и Chlorophyta соответствует «верхней» норме, а у Phaeophyta – «значительной».

Суммарная фитомасса макроводорослей варьирует в широком диапазоне с максимумом весной на глубине 15 м и минимумом летом здесь же. Весной и летом батиметрическая изменчивость показателя «большая», а осенью соответствует «нижней» норме.

Выявленный состав доминантов расширяется от сезона к сезону, причем на глубинах свыше 1 м нередки случаи его качественного совпадения.

Л и т е р а т у р а

1. Калугина А.А. Исследование донной растительности Черного моря с применением легководолазной техники // Морские подводные исследования. – М.: Наука, 1969. – С. 105–113.

2. Зинова А.Д. Определитель зеленых, бурых и красных водорослей южных морей СССР. – Изд-во «Наука», М. – Л., 1967. – 397 с.

3. Даждо Р. Основы экологии. – М.: Изд-во Прогресс, 1975. – 245 с.

4. Шенников А.П. Введение в геоботанику. Л.: Изд-во ЛГУ, 1964. – 447 с.

5. Wilhm I. Use of biomass units in shannons formula. Ecology, 1968. – 49, No 1. – P. 153–156.

6. Лакин Г.Ф. Биометрия. Учебное пособие для университетов и педагогических институтов. М.: Высшая школа, 1973. – 343 с.

7. Зайцев Г.Н. Математика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1990. – 296 с.

8. Мильчакова Н.А. Макрофитобентос // Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма (черноморский сектор). Под ред. В.Н. Еремеева, А.В. Гаевской; НАН Украины, Институт биологии южных морей. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, – 2003. – С. 152 – 191.