

СОСТАВ И СТРУКТУРА ПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВ В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ ТАМАНСКОГО ПОЛУОСТРОВА (КЕРЧЕНСКИЙ ПРОЛИВ, СЕНТЯБРЬ, 2018)

Ремизова Н.П., Теюбова В.Ф.

Новороссийский учебный и научно-исследовательский морской биологический центр
(филиал) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»,
Россия, 353905, Новороссийск, ул. Набережная им. Адмирала Серебрякова, д. 43,
e-mail: biozentr@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 28.01.2021, одобрена к печати 26.03.2021.

Изучены качественный и количественный составы планктонных сообществ в южной части Керченского пролива в прибрежной зоне Таманского полуострова в сентябре 2018 г. Фитопланктон насчитывал 84 вида, средние значения его численности и биомассы составили 105.7 ± 22.0 тыс. кл./л и 227 ± 32 мг/м³ соответственно. Ведущую роль в его составе играли *Nitzschia tenuirostris* (по численности) и *Proboscia alata* (по биомассе). Зоопланктон был представлен 24 видами и таксонами, его количественные показатели составили 32.5 ± 3.3 тыс. экз./м³ и 0.24 ± 0.02 г/м³ соответственно. По численности доминировала копепода *Oithona davisae*, по биомассе – *Oithona davisae*, *Parasagitta setosa*, личинки Decapoda и Cirripedia. Анализ состава и структуры планктонных сообществ показал невысокое их структурное разнообразие и выравненность, а также стрессовое состояние, вследствие природных и антропогенных факторов. Выявлена тесная трофическая связь между количественными показателями веслоногих копепод и фитопланктона, за вычетом микроводорослей-доминантов, форма и размеры которых препятствуют их выеданию.

Ключевые слова: фитопланктон, зоопланктон, Керченский пролив, структура, индекс Шеннона, индекс Пиелу, соотношение биомасс фито- и зоопланктона, корреляционная матрица

Введение

Керченский пролив – акватория с особыми природными условиями из-за смешения вод двух морей (Черного и Азовского) с разной соленостью. Определяющую роль в формировании гидрологического, гидрохимического и гидробиологического режимов пролива играет водообмен через него, зависящий в основном от интенсивности штормов, вызванных прохождением циклонов или действием устойчивых ветров определенных направлений (Фомин и др., 2017). При штормовых ветрах северных румбов возникают однонаправленные азовские потоки, южных румбов – однонаправленные черноморские потоки (Дьяков и др., 2016).

На формирование экосистемы пролива помимо динамики вод оказывает влияние постоянно растущая антропогенная нагрузка, включающая судоходство, перевал-

ку различных грузов, строительство гидротехнических сооружений, в том числе такого крупного объекта, как Крымский мост, а также техногенные катастрофы и т.п.

Планктонные сообщества Керченского пролива изучаются довольно интенсивно, но литературные данные по их качественному и количественному составу в его южной части, особенно у побережья Таманского полуострова, где планируется строительство сухогрузного порта, немногочисленны, часто исследования ограничены несколькими станциями, не содержат списков видового состава (Заремба, 2013, 2015; Ковалева, 2006; Макаревич, Ларионов, 2006; Матишов и др., 2013; Селифонова, 2016; Черникова, 2004).

Цель работы – исследование флористического и фаунистического разнообразия, структуры планктонных сообществ в прибрежной зоне Таманского полуострова (между мысами Тузла и Панагия) в сентябре 2018 г., а также выявление трофических связей между фито- и зоопланктоном.

Материал и методы

Фито- и зоопланктон отбирали на 20 станциях, из них станции №№ 1–10 (I участок) располагались между изобатами 10 и 20 м, станции №№ 11–20 (II участок) – на изобатах 4–10 м. Отбор проб производили с борта маломерного судна.

Пробы фитопланктона отбирали пластиковым батометром в поверхностном горизонте на всех станциях и дополнительно в придонном – на станциях I участка. Первоначальный объем пробы (1.5 л) фиксировали формалином до конечной концентрации 2% и концентрировали методом обратной фильтрации через ядерный фильтр (размер пор 2 мкм) до объема 20–30 мл (Сорокин, 1979). Часть полученного концентрата просматривали под микроскопом с увеличением $\times 200$, $\times 400$, одновременно определяя линейные размеры клеток фитопланктона. Исходя из форм клеток, рассчитывали величины их объемов, используя формулы для вычисления объемов геометрических фигур и их комбинаций (Брянцева и др., 2003; Зотов, 2018). Идентификацию микроводорослей проводили с использованием определителей (Киселев, 1950; Прошкина-Лавренко, 1955, 1963; Крахмальный, 2011; Tomas, 1997).

Зоопланктон отбирали планктонной сетью Джеди (диаметр входного отверстия – 25 см, размер ячеей – 100 мкм) методом тотальных ловов, от дна до поверхности. Пробы фиксировали формалином до конечной концентрации 2–4% и обрабатывали в лабораторных условиях по стандартной методике (Цыбань, 1980). Качественный состав устанавливали с помощью классических определителей (Мордухай-Болтовской, 1968, 1969, 1972). Вычисление биомассы производили по стандартным методикам (Петипа, 1957; Численко, 1968).

Видовая принадлежность фитопланктона и зоопланктона указана в соответствии с современными таксономическими и номенклатурными изменениями (www.algaebase.org; www.marinespecies.org).

При сравнительной характеристике видового состава микроводорослей разных участков и горизонтов применяли индекс Серенсена-Чекановского, структу-

ры фитопланктона и зоопланктона на разных станциях – широко известные индексы видового разнообразия Шеннона и выравненности экологических сообществ Пиелу, рассчитанные с применением натуральных логарифмов (Одум, 1986; Wilm, 1968). Для оценки экологического благополучия планктонных сообществ использован индекс оценки преобладающей жизненной стратегии в видовых сообществах (Денисенко, 2006), вычисляемый по формуле:

$$D_{E'} = [H_B - H_N] / \ln(n),$$

где H_B – индекс разнообразия видов (Шеннона) по биомассе; H_N – индекс разнообразия видов (Шеннона) по количеству особей; n – количество видов в выборке. Индекс $D_{E'}$ изменяется от -1 (полное отсутствие стресса, соответствующее К-стратегии) до $+1$ (наличие очень сильного стресса, соответствующее r-стратегии) при переходном значении 0.

При математической и статистической обработке данных использовали компьютерные программы Microsoft Office (Excel 2003), пакет программ Statistica 6.0.

Результаты и обсуждение

На момент отбора проб в исследуемой акватории толща вод была гомотермной. Температура морской воды составляла 20° – 21° С. Скорость ветра северо-восточного направления не превышала 2 м/с.

Фитопланктон в районе исследования представлен 84 видами, относящимися к шести систематическим отделам (41 – Bacillariophyta, 35 – Miozoa [1], 3 – Euglenozoa [2], по 2 – Chlorophyta и Naptophyta [3], 1 – Cyanobacteria [4]), включающим 24 порядка, 41 семейства и 52 рода (таблица 1). Высокую видовую насыщенность имели роды *Chaetoceros* и *Nitzschia* (7 и 5 видов соответственно) из отдела диатомей, *Gonyaulax* и *Protoperdinium* (по 5 видов) – динофлагеллят.

В составе сообщества превалировал комплекс планктонных водорослей (76% общего количества). Бенто-планктонные и бентосные виды представлены в основном в отделе диатомовых, в поверхностном горизонте их доля составляла около 8%, в придонном – достигала 32%. По отношению к солености 20‰ микроводорослей относилось к пресноводным и солоноватоводным, остальные – к морским.

Флористическое разнообразие и распределение видов по отделам в поверхностном горизонте I и II участков сходно (49 и 51 вид соответственно), но индекс Сьеренсена-Чекановского (66%) показал среднюю степень общности таксономического состава между ними. Возможно, различия в видовом составе обусловлены большей близостью II участка к берегу – вероятному источнику поступления как питательных, так и загрязняющих веществ, а также часто повышенным содержанием взвешенных веществ, вследствие взмучивания грунта в результате волноприбойной деятельности (в районе исследования преобладают песчано-илистые донные отложения).

Таблица 1. Видовой состав и встречаемость фитопланктона в прибрежной зоне Таманского полуострова (сентябрь, 2018 г.)

Таксон	I		II		СО
	п	д	п		
CYANOBACTERIA Stanier ex Cavalier-Smith					
<i>Pseudanabaena limnetica</i> (Lemmermann) Komárek [= <i>Oscillatoria limnetica</i> Lemmermann]			1*		ПВ
CHLOROPHYTA Reichenbach					
<i>Pterosperma cristatum</i> Schiller	2	1	2		М
<i>P. undulatum</i> Ostenfeld	3	1	3		М
BACYLLARIOPHYTA Karsten					
<i>Actinoptychus senarius</i> (Ehrenberg) Ehrenberg [= <i>A. undulatus</i> (Kützing) Ralfs]		5	1		М
<i>Amphora</i> sp.		1			–
<i>Berkeleya scopulorum</i> (Brébisson ex Kützing) E.J. Cox [= <i>Navicula scopulorum</i> Brébisson ex Kützing]		1			М
<i>Caloneis liber</i> (W. Smith) Cleve	1				М
<i>Campylodiscus neofastuosus</i> Ruck & Nakov [= <i>Surirella fastuosa</i> (Ehrenberg) Ehrenberg]		1			М
<i>Cerataulina pelagica</i> (Cleve) Hendey [= <i>Cerataulina bergonii</i> (H. Peragallo) F. Schütt]	7	5	1		М
<i>Chaetoceros affinis</i> Lauder	1		2		М
<i>C. compressus</i> Lauder	6	10	4		М
<i>C. curvisetus</i> Cleve	1				М
<i>C. insignis</i> Proschkina-Lavrenko	3	2			М
<i>C. peruvianus</i> Brightwell	4	3	2		М
<i>C. diversus</i> Cleve	3	1			М
<i>C. socialis</i> H.S. Lauder		1			М
<i>Cocconeis scutellum</i> Ehrenberg		1			М/СВ
<i>Coscinodiscus radiatus</i> Ehrenberg	1	1			М
<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehrenberg) Reimann & JCLewin [= <i>Nitzschia closterium</i> (Ehrenberg) W. Smith]	3	2	6		М
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i> (Bergon) Hasle [= <i>Rhizosolenia fragilissima</i> Bergon]	5		1		М
<i>Ditylum brightwellii</i> (T.West) Grunow		2	2		М
<i>Gyrosigma fasciola</i> (Ehrenberg) J.W. Griffith & Henfrey	1	2			М
<i>Leptocylindrus danicus</i> Cleve	7	5	1		М
<i>L. minimus</i> Gran	8	6	2		М
<i>Lyrella abrupta</i> (W.Gregory) D.G.Mann [= <i>Navicula abrupta</i> (W. Gregory) Donkin]		2			М
<i>L. lyra</i> (Ehrenberg) Karayeva [= <i>Navicula lyra</i> Ehrenberg]		2			М
<i>Navicula directa</i> (W. Smith) Brébisson		2			М
<i>N. pennata</i> A.W.F. Schmidt		4			М
<i>Nitzschia lanceolata</i> W. Smith		2			СВ
<i>N. longissima</i> (Brébisson) Ralfs	1				М
<i>N. sigma</i> (Kützing) W. Smith		2			СВ
<i>N. sigmoidea</i> (Ehrenberg) W. Smith		1			ПВ
<i>N. tenuirostris</i> Mer. s. l.	10	10	10		СВ
<i>Pleurosigma angulatum</i> (J.T. Quekett) W. Smith	3	9	1		М
<i>Proboscia alata</i> (Brightwell) Sundström [= <i>Rhizosolenia alata</i> Brightwell]	10	10	10		М
<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i> (Cleve) Heiden [= <i>Nitzschia delicatissima</i> Cleve]	1	1	1		М
<i>P. seriata</i> (Cleve) H. Peragallo [= <i>Nitzschia seriata</i> Cleve]	10	10	8		М
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i> (Schultze) B.G. Sundström [= <i>Rhizosolenia calcar-avis</i> Schultze]	2	3	2		М
<i>Tryblionella punctata</i> W. Smith [= <i>Nitzschia punctata</i> (W. Smith) Grunow]		1			М/ПВ

Таксон	I		II	СО
	п	д	п	
<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow) Mereschkowsky	10	10	9	М
<i>T. frauenfeldii</i> (Grunow) Tempere & Peragallo [= <i>Thalassiothrix frauenfeldii</i> (Grunow) Grunow]	2	7		М
<i>Thalassiosira eccentrica</i> (Grunow ex Van Heurck) E.G. Jørgensen [= <i>T. excentrica</i> (Ehrenberg) Cleve]		2	1	М
<i>Thalassiosira</i> sp. 1		1	2	–
<i>Thalassiosira</i> sp. 2	1	2	1	–
MIOZOA Cavalier-Smith				
DINOFLAGELLATA Bütschli				
<i>Alexandrium</i> sp.		3	7	–
<i>Archaeperidinium minutum</i> (Kofoid) E.G. Jørgensen [= <i>Protoperidinium minutum</i> (Kofoid) Loeblich, <i>Peridinium minutum</i> Kofoid]		1	1	М
<i>Diplopsalis lenticula</i> Bergh [= <i>Glenodinium lenticula</i> (Bergh) J. Schiller]	2	6	2	М
<i>Glenodinium paululum</i> Lindemann	1	1	1	ПВ
<i>Glochidinium penardiforme</i> (Lindemann) Boltovskoy [= <i>Peridinium penardiforme</i> Lindemann]		2	4	ПВ
<i>Gonyaulax clevei</i> Ostenfeld [= <i>Gonyaulax apiculata</i> Entz]			1	ПВ
<i>G. minima</i> Matzenauer	2		1	М
<i>G. orientalis</i> Lindemann	1			М
<i>G. polygramma</i> F. Stein	1			М
<i>G. spinifera</i> (Claparède & Lachmann) Diesing		1		М/ПВ
<i>Gymnodinium helveticum</i> Penard	2		1	ПВ
<i>G. variabile</i> E.C. Herdman	1	1		М
<i>Gyrodinium fusiforme</i> Kofoid & Swezy	1	3	1	М
<i>Lessardia elongata</i> Saldarriaga & F.G.R. Taylor			1	М
<i>Lingulodinium polyedra</i> (F. Stein) J.D. Dodge [= <i>Gonyaulax polyedra</i> F. Stein]			1	М
<i>Oblea rotunda</i> Balech ex Loeblich Jr. & Loeblich III [= <i>Glenodinium rotundum</i> (Lebour) Schiller]	2			М
<i>Peridiniella danica</i> (Paulsen) Y.B. Okolodkov & J.D. Dodge [= <i>Glenodinium danicum</i> Paulsen]	1	2		М
<i>Peridinium quadridentatum</i> (F. Stein) Gert Hansen			2	М
<i>Perediniopsis penardii</i> (Lemmermann) Bourrelly [= <i>Glenodinium penardii</i> Lemmermann]	1		7	ПВ
<i>Phalacroma rotundatum</i> (Claparède & Lachmann) Kofoid & J.R. Michener [= <i>Dinophysis rotundata</i> Claparède & Lachmann]		2	1	М
<i>Prorocentrum compressum</i> (Ostenfeld) T.H. Abe ex J.D. Dodge [= <i>Exuviaella compressa</i> Ostenfeld]	5	6	1	М
<i>P. micans</i> Ehrenberg	8	8	10	М
<i>P. cordatum</i> (Ostenfeld) J.D. Dodge [= <i>P. minimum</i> (Pavillard) J. Schiller, <i>Exuviaella cordata</i> Ostenfeld]	9	6	6	М
<i>Protoceratium reticulatum</i> (Claparède & Lachmann) Bütschli	2	3	1	М
<i>Protoperidinium brevipes</i> (Paulsen) Balech [= <i>Peridinium brevipes</i> Paulsen]			1	М
<i>P. conicoides</i> (Paulsen) Balech [= <i>Peridinium conicoides</i> Paulsen]		1	2	М
<i>P. depressum</i> (Bailey) Balech [= <i>Peridinium depressum</i> Bailey]			1	М
<i>P. divergens</i> (Ehrenberg) Balech [= <i>Peridinium divergens</i> Ehrenberg]		1		М
<i>P. granii</i> (Ostenfeld) Balech [= <i>Peridinium granii</i> Ostenfeld]	2		1	М
<i>Protodinium simplex</i> Lohmann [= <i>Gymnodinium simplex</i> (Lohmann) Kofoid & Swezy]			2	М/ПВ
<i>Scrippsiella acuminata</i> (Ehrenberg) Kretschmann, Elbrächter, Zinssmeister, S. Soehner, Kirsch, Kusber & Gottschling [= <i>S. trochoidea</i> (F. Stein) ARLoeblich, <i>Glenodinium trochoideum</i> F. Stein]	6	3	6	М

Таксон	I		II	СО
	п	д	п	
<i>Tripos furca</i> (Ehrenberg) F. Gómez [= <i>Ceratium furca</i> (Ehrenberg) Claparède & Lachmann]	1	2		м
<i>T. fusus</i> (Ehrenberg) F. Gómez [= <i>Ceratium fusus</i> (Ehrenberg) Dujardin]	4	2		м
<i>T. muelleri</i> Bory [= <i>Ceratium tripos</i> (O.F. Müller) Nitzsch]		2		м
<i>Unruhдинium kevei</i> (Grigorszky & F.Vasas) Gottschling in Gottschling [= <i>Peridiniopsis kevei</i> Grigorszky & F.Vasas]	1		5	пв
НАПТОPHYTA Cavalier-Smith				
<i>Emiliania huxleyi</i> (Lohmann) W.W.Hay & H.P.Mohler [= <i>Pontosphaera huxleyi</i> Lochmann]	8	6	5	м
<i>Isochrysis galbana</i> Parke	1	2		м
EUGLENOZOA Cavalier-Smith				
<i>Euglena viridis</i> (O.F. Müller) Ehrenberg			3	м
<i>Eutreptia lanowii</i> Steuer	1	2	4	м/пв
<i>Strombomonas asymmetrica</i> (Y.V. Roll) T.G. Popova		1		пв
Всего: 84 вида	49	62	51	

Примечание: п – поверхностный, д – придонный горизонты; I, II – номера участков; * – количество станций в пределах участка, на которых встречен вид; СО – среда обитания: пв – пресноводный, св – солоноватоводный, м – морские виды; в квадратных скобках даны синонимы и базииномы названий видов.

Видовое богатство микроводорослей в придонном слое в 1.3 раза выше, чем в поверхностном, преимущественно за счет бентосных диатомей (см. таблица 1). Индекс Сьеренсена-Чекановского составил 65%. Всего на II участке встречено 75 видов (41 – диатомея, 28 – динофлагеллят, по 2 – зеленые, гаптофитовые и эвгленовые водоросли).

Пространственное распределение фитопланктона внутри исследуемых участков неоднородно.

Флористическое разнообразие по станциям изменялось в поверхностном слое – от 10 до 22 видов, в придонном – от 13 до 28. В среднем, на более глубоководном участке, видовое богатство немного выше, чем на мелководном (таблица 2). Повсеместно (встречаемость выше 80%) было обнаружено 5 видов водорослей: диатомеи *Nitzschia tenuirostris*, *Proboscia alata*, *Pseudo-nitzschia seriata*, *Thalassionema nitzschioides* и динофлагеллята *Prorocentrum micans*, только на одной станции (встречаемость 5%) – 20 видов (10 – диатомовых, 8 – динофитовых, по 1 – синезеленой и эвгленовой).

Средние значения численности планктонного альгоценоза в поверхностном горизонте I и II участков были сходными – 98.9 и 86.5 тыс. кл./л соответственно, в придонном горизонте в 1.5 раза выше (см. таблица 2).

Наибольший вклад в общую численность вносили диатомеи (в среднем 93% общей численности), среди которых доминировала *Nitzschia tenuirostris* (в среднем 60% и 82% на I и II участках соответственно) (таблица 3). В придонном слое ей сопутствовала *Thalassionema nitzschioides* (в среднем 16%). На отдельных станциях высокую плотность также имела *Pseudo-nitzschia seriata* (до 20%). На долю динофлагеллят приходилось от 0.4% до 30% (в среднем 6%). Среди них иногда высокий

Таблица 2. Изменение качественных, количественных и структурных показателей фитопланктона в прибрежной зоне Таманского полуострова (сентябрь, 2018 г.)

Участок, горизонт	Количество видов	N	B	H_N	H_B	e_N	e_B	$D_{E'}$
I, п	$\frac{13-22}{16 \pm 1}$	$\frac{20.0-232.6}{98.9 \pm 25.1}$	$\frac{135-724}{280 \pm 57}$	$\frac{0.5-2.2}{1.5 \pm 0.2}$	$\frac{0.6-1.5}{1.1 \pm 0.1}$	$\frac{0.2-0.8}{0.5 \pm 0.1}$	$\frac{0.2-0.5}{0.4 \pm 0.0}$	$\frac{-0.33-0.12}{-0.17 \pm 0.05}$
I, д	$\frac{13-28}{20 \pm 2}$	$\frac{23.0-802.0}{151.2 \pm 73.4}$	$\frac{105-748}{349 \pm 60}$	$\frac{0.4-2.1}{1.4 \pm 0.2}$	$\frac{0.8-1.9}{1.2 \pm 0.1}$	$\frac{0.1-0.7}{0.5 \pm 0.0}$	$\frac{0.3-0.7}{0.6 \pm 0.0}$	$\frac{-0.18-0.12}{-0.04 \pm 0.03}$
II, п	$\frac{10-20}{15 \pm 1}$	$\frac{23.6-203.0}{86.5 \pm 19.0}$	$\frac{42-283}{139 \pm 19}$	$\frac{0.2-1.3}{0.8 \pm 0.1}$	$\frac{0.7-2.1}{1.5 \pm 0.1}$	$\frac{0.1-0.4}{0.3 \pm 0.0}$	$\frac{0.3-0.7}{0.6 \pm 0.0}$	$\frac{-0.12-0.46}{0.25 \pm 0.05}$
Среднее	17 ± 1	105.7 ± 22.0	227 ± 32	1.1 ± 0.1	1.3 ± 0.1	0.4 ± 0.0	0.5 ± 0.0	0.07 ± 0.05

Примечание: п – поверхностный, д – придонный горизонты; N – численность, тыс. кл./л; B – биомасса, мг/м³; над чертой – пределы колебаний, под чертой – среднее значение; H_N и H_B – индекс Шеннона, рассчитанный по численности и биомассе соответственно, e_N и e_B – индекс Пиелу, рассчитанный по численности и биомассе; $D_{E'}$ – индекс оценки преобладающей жизненной стратегии.

вклад в общую численность вносил *Prorocentrum micans* (до 13%). Доля гаптофитовых водорослей, среди которых превалировала *Emiliana huxleyi*, доходила до 4% на I участке и не превышала 2% – на II. Численность водорослей других отделов малозначима.

Таблица 3. Вклад микроводорослей (%) некоторых отделов в общие количественные показатели фитопланктона в прибрежной зоне Таманского полуострова (сентябрь, 2018 г.)

Отдел	I участок						II участок		Среднее	
	поверхностный горизонт		придонный горизонт		среднее		поверхностный горизонт			
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B
Vacillariophyta	90±3	90±3	97±1	93±2	94±2	91±2	92±1	65±7	93±1	78±5
Dinoflagellata	2.4±0.4	5.8±0.7	6.5±3.2	11±3	4.4±1.6	8.3±1.6	7.1±1.4	33±7	5.8±1.1	21±4
Euglenozoa	0.3±0.3	0.3±0.3	0.0±0.0	0.0±0.0	0.2±0.1	0.1±0.1	0.6±0.2	1.3±1.1	0.4±0.1	0.7±0.5
Haptophyta	2.7±1.2	0.6±0.1	0.7±0.3	0.1±0.0	1.7±0.7	0.4±0.1	0.6±0.3	0.4±0.1	1.2±0.4	0.4±0.1

Примечание: N – численность, тыс. кл./л; B – биомасса, мг/м³.

Биомасса фитопланктонного сообщества в поверхностном горизонте на I участке составляла в среднем 280 мг/м³, на II – она в 2 раза ниже, в придонном – достигала 349 мг/м³. Наибольший вклад в общую биомассу вносили диатомеи (в среднем 91% и 65% на I и II участках соответственно), среди которых доминировала крупноклеточная *Proboscia alata* (в среднем 69% и 52%). На некоторых станциях значимую биомассу имела *Pseudosolenia calcar-avis* (до 18%). Доля динофитовых водорослей в общей биомассе варьировала от 0.1% до 58%, составляя в среднем на I участке 8%, на II – 33%. Среди них превалировали виды р. *Tripes* (до 40%), *Prorocentrum micans* (до 36%), *Unruhduinium kevei* (до 18%). Эвгленовые водоросли, среди которых лидировала *Eutreptia lanowii*, не-

многочисленны и встречались в основном на станциях II участка с биомассой от 0.1% до 10.8%. Вклад водорослей других отделов в общую биомассу незначителен – менее 1%.

Средние значения численности и биомассы фитопланктона в районе исследования составили 106 тыс. кл./л и 227 мг/м³ соответственно.

Значения индексов Шеннона и Пиелу, рассчитанные по численности (в среднем 1.1 и 0.4 соответственно) и биомассе (в среднем 1.3 и 0.5), указывают на выраженное доминирование в составе планктонного альгоценоза одного–двух видов при наличии высокого количества видов с низкими количественными показателями (см. таблицу 2). На II участке отмечены минимальные средние значения индексов видового разнообразия и выравненности по численности и наибольшие – по биомассе.

Индекс оценки преобладающей жизненной стратегии в видовых сообществах, разработанный на основе информационной меры Шеннона, показал, что на I участке фитопланктонное сообщество испытывает умеренный стресс с преобладанием К-стратегии выживания, на II участке – более сильный стресс с преобладанием г-стратегии выживания (Денисенко, 2006).

Зоопланктон в районе исследования представлен 24 видами и таксонами. Голопланктон включал 10 видов кормового зоопланктона, относящихся к 4 систематическим группам: Copepoda – 6 видов, Cladocera – 2 вида, Chaetognatha и Appendicularia – по 1 виду (таблица 4). Меропланктон состоял из планктонных личинок Cirripedia, Decapoda, Polychaeta, Gastropoda, Bivalvia и Hydrozoa. В пелагиали также временно присутствовали бенто-планктонные и бентосные таксоны: Harpacticoida, Mysidacea, Amphipoda и Nematoda. Среди «некормовых» планктонов зарегистрированы гетеротрофная динофитовая водоросль *Noctiluca scintillans*, гребневики *Mnemiopsis leidyi* и *Beroe ovata*.

Численность зоопланктона на I участке колебалась по станциям от 4.3 до 48.9 тыс. экз./м³ (в среднем 25.7 тыс. экз./м³), биомасса – от 0.04 до 0.44 мг/м³ (в среднем 0.19 мг/м³), на II участке количественные показатели в 1.5 раза выше (таблица 5).

Разброс количественных величин по отдельным станциям свидетельствовал о большой пространственной неоднородности распределения зоопланктона в районе исследования.

Голопланктон составлял существенную часть численности и биомассы зоопланктона: 94% и 79% – на I участке, 68 и 43% – на II участке соответственно. На всей акватории исследований выявлен схожий таксономический состав зоопланктона. В составе сообщества доминировала тепловодная циклопоидная копепода *Oithona davisae*, определяя на I участке 72%, на II участке – 62% численности всего зоопланктона. На более глубоководном участке ей сопутствовала тепловодная кладоцера *Penilia avirostris* (15% численности), на мелководном участке четверть численности и треть биомассы приходились на личинки Cirripedia.

Таблица 4. Таксономический состав зоопланктона в прибрежной зоне Таманского полуострова (сентябрь, 2018 г.)

Таксон	I	II
Голопланктон		
DINOPHYCEAE		
<i>Noctiluca scintillans</i> (Macartney) Kofoid & Swezy, 1921	5*	2
CTENOPHORA		
<i>Mnemiopsis leidyi</i> A. Agassiz, larvae, 1865	10	10
<i>Beroe ovata</i> Bruguère, larvae, 1789	10	10
CLADOCERA		
<i>Pseudevadne tergestina</i> Claus, 1877	6	–
<i>Penilia avirostris</i> Dana, 1849	10	9
COPEPODA		
<i>Acartia (Acartiura) clausi</i> Giesbrecht, 1889	8	10
<i>Acartia tonsa</i> Dana, 1848	10	10
<i>Paracalanus parvus</i> (Claus, 1863)	6	1
<i>Calanus euxinus</i> Hulsemann, 1991	2	–
<i>Centropages ponticus</i> Karavaev, 1895	10	10
<i>Oithona davisae</i> Ferrari F.D. & Orsi, 1984	10	10
<i>Harpacticoida</i> spp.	–	9
CHAETOGNATHA		
<i>Parasagitta setosa</i> (J. Müller, 1847)	10	10
APPENDICULARIA		
<i>Oikopleura (Vexillaria) dioica</i> Fol, 1872	7	1
Меропланктон		
GASTROPODA		
Gastropoda larvae	7	8
BIVALVIA		
Bivalvia larvae	7	6
DECAPODA		
Decapoda larvae	10	10
POLYCHAETA		
Polychaeta larvae	8	10
CIRRIPEDIA		
Cirripedia larvae	10	10
HYDROZOA		
<i>Sarsia tubulosa</i> (M. Sars, 1835)	2	1
<i>Rathkea octopunctata</i> (M. Sars, 1835)	–	3
MYSIDACEA		
<i>Mesopodopsis slabberi</i> (Van Beneden, 1861)	3	–
AMPHIPODA		
<i>Amphipoda</i> spp.	1	–
NEMATODA		
<i>Nematoda</i> spp.	1	–

Примечание: I, II – номера участков; * – количество станций в пределах участка, на которых встречен вид.

Таблица 5. Изменение качественных и количественных характеристик зоопланктона в прибрежной зоне Таманского полуострова (сентябрь, 2018 г.)

Участок	N	B	H_N	H_B	e_N	e_B	$D_{E'}$
I	$\frac{4.3-48.9}{25.7 \pm 4.9}$	$\frac{0.04-0.44}{0.19 \pm 0.04}$	$\frac{0.7-1.3}{1.0 \pm 0.06}$	$\frac{1.3-2.1}{1.8 \pm 0.07}$	$\frac{0.3-0.5}{0.4 \pm 0.02}$	$\frac{0.5-0.8}{0.7 \pm 0.03}$	$\frac{0.19-0.40}{0.29 \pm 0.02}$
II	$\frac{20.2-50.0}{39.2 \pm 3.2}$	$\frac{0.22-0.39}{0.29 \pm 0.02}$	$\frac{0.9-1.4}{1.2 \pm 0.05}$	$\frac{1.2-2.1}{1.7 \pm 0.09}$	$\frac{0.4-0.5}{0.4 \pm 0.1}$	$\frac{0.5-0.8}{0.7 \pm 0.03}$	$\frac{0.12-0.30}{0.23 \pm 0.02}$
Среднее	32.5 ± 3.3	0.24 ± 0.02	1.07 ± 0.04	1.75 ± 0.06	0.40 ± 0.02	0.67 ± 0.02	0.26 ± 0.02

Примечание: N – численность, тыс. экз./м³; B – биомасса, г/м³; над чертой – пределы колебаний, под чертой – среднее значение; H_N и H_B – индекс Шеннона, рассчитанный по численности и биомассе соответственно, e_N и e_B – индекс Пиелу, рассчитанный по численности и биомассе; $D_{E'}$ – индекс оценки преобладающей жизненной стратегии.

Биомассу зоопланктона повсеместно формировали сразу несколько таксонов. На I участке преобладала тяжеловесная *Parasagitta setosa* (в среднем 32%), доминирующая по численности *Oithona davisae* (24%) и крупные особи личинок Decapoda (15%), на II участке – личинки Cirripedia (33%), *Oithona davisae* (20%), *Parasagitta setosa* и личинки Decapoda (по 16%).

Средние значения численности и биомассы зоопланктона в районе исследования составили 32.5 тыс. экз./м³ и 0.24 г/м³ соответственно.

Значения индексов Шеннона и Пиелу указывают на относительно невысокое видовое разнообразие зоопланктонного сообщества на разных станциях с превашированием в основном одного–трех видов (см. таблица 5). Средние значения индексов видового разнообразия и выравненности, рассчитанные по численности, в 1.5 раза ниже, чем по биомассе, что указывает на более выраженное доминирование, в основном одного вида – *Oithona davisae* в популяции по численности и нескольких по биомассе.

Индекс оценки преобладающей жизненной стратегии на двух участках сходен (0.29 и 0.23 соответственно) и свидетельствует о стрессовом состоянии зоопланктонного сообщества с преобладанием r-стратегии выживания, что, возможно, связано с сезонными факторами, периодически повышенным содержанием взвешенных веществ, вследствие интенсивного судоходства на I участке, волновой деятельностью на II участке и другими факторами.

Соотношение общих биомасс зоопланктона и фитопланктона на I участке изменялось от 0.12 до 1.96, на II участке – от 1.16 до 3.23, составляя в среднем 1.0 и 2.5 соответственно. Такие значения так же, как и индекс преобладающей жизненной стратегии, указывают на стрессовое состояние планктонных сообществ на момент исследований, причем на II участке стресс более выражен (Бульон и др., 1999).

Корреляционный анализ между численностью и биомассой фито- и зоопланктона, а также отдельными видами-доминантами, выявил статистически значимую отрицательную взаимосвязь между общими количественными показателями фитопланктона, без учета доминантов *Nitzschia tenuirostris* и *Proboscia alata*, и зоопланктона (–0.70 и –0.60 по численности и биомассе соответственно) (таблица 6).

Таблица 6. Корреляционная матрица между общими количественными показателями фито- и зоопланктона, а также численностью и биомассой некоторых доминантов и комплексов видов

	n_ϕ	N_ϕ	B_ϕ	N_1	N_{2+3}	B_1	B_{2+3}	$N_{\phi-}$ N_{1+2+3}	$B_{\phi-}$ B_{1+2+3}	N_3	B_3	N_4	N_{4+5}	$N_{ви}$	B_4	B_{4+5}	$B_{ви}$
n_ϕ	1.00																
N_ϕ	0.57	1.00															
B_ϕ	0.47	0.58	1.00														
N_1	0.46	0.95	0.31	1.00													
N_{2+3}	0.44	0.57	0.97	0.31	1.00												
B_1	0.46	0.95	0.31	1.00	0.31	1.00											
B_{2+3}	0.44	0.57	0.97	0.31	1.00	0.31	1.00										
$N_{\phi-}$ N_{1+2+3}	0.58	0.61	0.96	0.34	0.93	0.34	0.93	1.00									
$B_{\phi-}$ B_{1+2+3}	0.47	0.58	1.00	0.31	0.97	0.31	0.97	0.96	1.00								
N_3	-0.32	-0.21	-0.62	0.03	-0.59	0.03	-0.59	-0.70	-0.62	1.00							
B_3	-0.30	-0.28	-0.48	-0.10	-0.51	-0.10	-0.51	-0.60	-0.48	0.84	1.00						
N_4	-0.43	-0.19	-0.58	0.03	-0.53	0.03	-0.53	-0.67	-0.58	0.93	0.78	1.00					
N_{4+5}	-0.42	-0.19	-0.59	0.04	-0.53	0.04	-0.53	-0.68	-0.59	0.94	0.78	1.00	1.00				
$N_{ви}$	-0.41	-0.16	-0.59	0.07	-0.53	0.07	-0.53	-0.67	-0.59	0.94	0.77	1.00	1.00	1.00			
B_4	-0.41	-0.22	-0.57	-0.01	-0.52	-0.01	-0.52	-0.66	-0.57	0.93	0.80	0.99	0.99	0.99	1.00		
B_{4+5}	-0.32	-0.22	-0.55	-0.01	-0.47	-0.01	-0.47	-0.64	-0.55	0.91	0.77	0.96	0.97	0.96	0.97	1.00	
$B_{ви}$	-0.30	-0.12	-0.42	0.06	-0.34	0.06	-0.34	-0.53	-0.42	0.85	0.71	0.94	0.94	0.94	0.95	0.98	1.00

Примечание: n – количество видов; N – численность, B – биомасса; индексы: ϕ – фитопланктон, $з$ – зоопланктон, 1 – *Nitzschia tenuirostris*, 2 – *Proboscia alata*, 3 – *Pseudosolenia calcar-avis*, 4 – *Oithona davisae*, 5 – *Acartia tonsa*, $ви$ – веслоногие рачки; жирным шрифтом выделены статистически значимые коэффициенты корреляции (при $p < 0,05$).

По биомассе эта взаимосвязь усиливалась, если вместо всего зоопланктона проводить сравнение только с суммой биомасс *Oithona davisae* и *Acartia tonsa* (до -0.66), что указывает на существование тесной трофической связи между отдельными комплексами видов фитопланктона и веслоногими копеподами. Вероятно, форма, линейные размеры микроводорослей-доминантов (длина обычно от 50 до 800 мкм) препятствуют их выеданию зоопланктоном.

Выводы

1. Фитопланктонное сообщество в прибрежной зоне Таманского полуострова (Керченский пролив) насчитывало 84 вида (41 – Bacillariophyta, 35 – Dinoflagellata, 3 – Euglenozoa, по 2 – Chlorophyta и Naptophyta, 1 – Cyanobacteria) и включало в основном широко распространенные на северо-восточном побережье Черного моря

виды микроводорослей. Плотность его составляла в среднем 105.7 тыс. кл./л, биомасса – 227 мг/м³. По численности доминировала *Nitzschia tenuirostris* (в среднем 73%), по биомассе – *Proboscia alata* (40–63%).

2. Зоопланктон в районе исследования был представлен 24 видами и таксонами, при схожем составе, как по станциям, так и по двум участкам. Разброс количественных величин по отдельным станциям свидетельствует о большой пространственной неоднородности распределения зоопланктона в районе исследования. В составе сообщества доминировала тепловодная циклопоидная копепода *Oithona davisae*, определяя на более глубоководном участке исследования 72% численности всего зоопланктона, мелководном – 62%. Биомассу зоопланктона формировали, помимо *Oithona davisae*, тяжеловесные беспозвоночные: *Parasagitta setosa*, личинки Decapoda и Cirripedia. Средние значения численности и биомассы зоопланктона в районе исследования составляли 32.5 тыс. экз./м³ и 0.24 г/м³ соответственно.

3. Значения индексов Шеннона и Пиелу указывают на невысокое структурное разнообразие и выравненность фито- и зоопланктонного сообществ на разных станциях с выраженным доминированием обычно одного–двух видов. Индекс оценки преобладающей жизненной стратегии (в среднем 0.07 и 0.26 для фито- и зоопланктона соответственно) и соотношение биомасс беспозвоночных животных и микроводорослей (0.12–3.23) свидетельствуют о стрессовом состоянии планктонных сообществ с преобладанием г-стратегии выживания, что, возможно, связано с сезонными особенностями – часто повышенным содержанием взвешенных веществ в морской воде и другими природными и антропогенными факторами.

4. На более глубоководном участке планктонные сообщества испытывали меньший стресс, на что указывают значения соотношения биомасс фито- и зоопланктона (в среднем 1.0 и 2.5 на I и II участках соответственно), а также индекс оценки преобладающей жизненной стратегии для фитопланктона, смещенный в сторону К-стратегии выживания (в сторону более крупных и долгоживущих планктеров). Некоторые различия экологических условий двух участков, вероятно, обусловленные степенью близости к берегу – источнику поступления питательных и загрязняющих веществ, указывают также на индекс видового сходства Сьеренсена-Чекановского, равный для микроводорослей двух участков 66%.

5. Корреляционный анализ между количественными показателями фито- и зоопланктона выявил статистически значимую отрицательную взаимосвязь между численностью и биомассой фитопланктона без учета доминантов (*Nitzschia tenuirostris* и *Proboscia alata*) и веслоногих копепод, что указывает на существование тесных трофических связей между отдельными группами микроводорослей и беспозвоночных животных.

Благодарности. Авторы выражают глубокую признательность директору Новороссийского учебного и научно-исследовательского морского биологического центра И.Ю. Матасовой за ценные замечания и биологу И.М. Луговой – за помощь в обработке проб.

Литература

- Брянцева Ю.В., Курилов А.В. Расчет объемов клеток микроводорослей и планктонных инфузорий Черного моря. Препринт. Севастополь: ИнБИОМ, 2003. 20 с.
- Бульон В.В., Никулина В.Н., Павельева Е.Б., Степанова Л.А., Хлебович Т.В. Микробильная «петля» в трофической сети озерного планктона // Журнал общей биологии. 1999. Т. 60. № 4. С. 431–444.
- Денисенко С.Г. Информационная мера Шеннона и ее применение в оценках биоразнообразия (на примере морского зообентоса) // Морские беспозвоночные Арктики, Антарктики и Субантарктики. Исследования фауны морей. 2006. Т. 55 (63). С. 36–46.
- Дьяков Н.Н., Фомина И.Н., Тимошенко Т.Ю., Полозок А.А. Особенности водообмена через Керченский пролив по данным натурных наблюдений // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2016. № 1. С. 63–68.
- Заремба Н.Б. Сезонные изменения состава и численности зоопланктона в Керченском проливе в 2000–2013 гг. // Труды Южного научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии. 2015. Т. 53. С. 46–53.
- Заремба Н.Б. Фитопланктонное сообщество южной части Керченского пролива в поздневесенний период 2009–2012 годов // Труды ЮгНИРО. 2013. Т. 51. С. 40–43.
- Зотов А.Б. Унификация расчета объема клеток микроводорослей Черного моря в соответствии стандартам ЕС // Альгология. 2018. Т. 28. № 2. С. 208–232.
- Киселев И.А. Панцирные жгутиконосцы (DINOFLAGELLATA) морей и пресных вод СССР. М.; Л.: Изд. АН СССР, 1950. 280 с.
- Ковалева Г.В. Микроводоросли бентоса, перифитона и планктона прибрежной части Азовского моря // Дис. ... канд. биол. наук: 03.00.05. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2006. 19 с.
- Крахмальний А.Ф. Динофитовые водоросли Украины (иллюстрированный определитель) / Отв. ред. П.М. Царенко. Киев: Альтерпресс, 2011. 444 с.
- Макаревич П.Р., Ларионов В.В. Особенности строения фитопланктонных сообществ в зонах градиентов солености бассейна Азовского моря // Альгология. 2006. Т. 16. № 2. С. 216–266.
- Матишов Г.Г., Инжебейкин Ю.И., Савицкий Р.М. Воздействие на среду и биоту аварийного разлива нефтепродуктов в Керченском проливе в ноябре 2007 г. // Водные ресурсы. 2013. Т. 40. № 3. С. 259–273.
- Мордухай-Болтовской Ф.Д. Определитель фауны Черного и Азовского морей. Киев: Наук. думка, 1968, 1969, 1972. Т. 1–3.
- Одум Ю. Экология: В 2-х т. М.: Мир, 1986. Т. 2. 376 с.
- Петипа Т.С. О среднем весе основных форм зоопланктона Черного моря // Тр. Севаст. биол. ст. 1957. Т. 9. № 1. С. 39–57.
- Прошкина-Лавренко А.И. Диатомовые водоросли планктона Азовского моря. М.; Л.: Изд. АН СССР, 1963. 191 с.
- Прошкина-Лавренко А.И. Диатомовые водоросли планктона Черного моря. М.; Л.: Изд. АН СССР, 1955. 222 с.
- Селифонова Ж.П. Структурно-функциональная организация экосистем заливов и бухт Черного и Азовского морей (Российский сектор): Диссертация ... доктора Биологических наук: 25.00.28. Мурманск, 2016. 270 с.
- Сорокин Ю.И. К методике концентрирования проб фитопланктона // Гидробиологический журнал. 1979. № 15. С. 71–76.
- Фомин В.В., Лазоренко Д.И., Фомина И.Н. Численное моделирование водообмена через

Ремизова Н.П., Теюбова В.Ф.

- Керченский пролив для различных типов атмосферных воздействий // Морской гидрофизический журнал. 2017. № 4. С. 82–93.
- Цыбань А.В. Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений. Л.: Гидрометеиздат, 1980. 183 с.
- Черникова Г.Г. Фитопланктон Керченского пролива // Тез. докл. межд. науч.-практ. конф.: Проблемы литодинамики и экосистем Азовского и Керченского пролива. Ростов-на-Дону, июнь. 2004. С. 104–105.
- Численко Л.Л. Номограммы для определения веса водных организмов по размеру и форме тела. Л.: Наука, 1968. 106 с.
- <http://www.algaebase.org> (дата обращения: 21.12.2020)
- <http://www.marinespecies.org> (дата обращения: 16.01.2021)
- Tomas C. (ed.) Identifying marine phytoplankton. San Diego: CA. Academic Press. Harcourt Brace Company, 1997. 821.
- Wilm J.Z. Use of biomass units in Shannon's formula // Ecology. 1968. 49. 1. 153–156.

COMPOSITION AND STRUCTURE OF PLANKTONIC COMMUNITIES IN THE COASTAL ZONE OF THE TAMAN PENINSULA (KERCH STRAIT, SEPTEMBER, 2018)

Remizova N.P., Teyubova V.F.

Novorossiysk educational and research marine biological center – branch of the Federal state budgetary educational institution of higher education Kuban State University,
43, Admiral Serebryakov Naberezhnaya Str., Novorossiysk, 353905, Russia,
e-mail: biozentr@yandex.ru

Submitted 28.01.2021, accepted 26.03.2021.

The qualitative and quantitative composition of planktonic societies in the southern part of the Kerch Strait in the coastal zone of the Taman Peninsula in September 2018 was studied. The phytoplankton consisted of 84 species, the average values of its abundance and biomass were 106 ± 22 million cells/m³ and 227 ± 32 mg/m³ respectively. The leading role in its composition was played by *Nitzschia tenuirostris* (by number) and *Proboscia alata* (by biomass). Zooplankton was represented by 24 species and taxa, its quantitative indicators were 32.5 ± 3.3 thousand individuals/m³ and 0.24 ± 0.02 g/m³ respectively. The copepod *Oithona davisae* dominated in terms of numbers, *Oithona davisae*, *Parasagitta setosa*, Decapoda and Cirripedia larvae dominated in biomass. An analysis of the composition and structure of planktonic communities showed their low structural diversity and evenness, as well as a stress state due to natural and anthropogenic factors. A close trophic relationship was revealed between the quantitative indicators of copepods and phytoplankton, excluding the dominant microalgae, the shape and size of which prevent them from being grazed.

Keywords: phytoplankton, zooplankton, Kerch Strait, structure, Shannon index, Pielou index, ratio of phyto- and zooplankton biomasses, correlation matrix

Acknowledgements: The authors express their deep gratitude to the director of Novorossiysk educational and research marine biological center I.Yu. Matasova for valuable comments and to the biologist I.M. Lugovaya – for help with sample processing.

References

- Brjanceva, Ju.V. and A.V. Kurilov, 2003: *Raschjot ob'emov kletok mikrovodoroslej i planktonnyh infuzorij Chernogo morja*. Preprint. Sevastopol, InBUM, 20.
- Bul'on, V.V., V.N. Niculina, E.B. Paveleva, L.A. Stepanova, and T.V. Hlebovich, 1999: Mikrobialnaja "petlja" v troficheskoj seti ozjornogo planktona. *Jurnal obshhej biologii*, **60**(4), 431–444.
- Chernokova, G.G., 2004: Phytoplankton of the Kerch strait. *Abstract presentations at the International scientific and practical conference: Problems of lithodynamics and ecosystems of the Azov Sea and Kerch Strait*. Rostov-on-Don, June, 104–105.
- Chislenko, L.L., 1968: *Nomogrammy dlja opredelenija vesa vodnyh organizmov po razmeru i forme tela*. Leningrad, Nauka, 106.
- Cyban', A.V., 1980: *Rukovodstvo po metodam biologicheskogo analiza morskoj vody i donnyh otlozhenij*. Leningrad, Gidrometeoizdat, 183.
- Denisenko, S.G., 2006: Shannon information measuring and its application to estimation of a biodiversity (on example of marine zoobenthos). *Morskie bespozvonochnye Arktiki, Antarktiki i Subantarktiki. Issledovanija fauny morej*, **55**, 35–46.
- Dyakov, N.N., I.N. Fomina, T.Yu. Timoshenko, and A.A. Polozok, 2016: Peculiarities of water exchange through the Kerch strait according to in situ data. *Ecological Safety of Coastal and Shelf Zones of Sea*, **1**, 63–68.
- Fomin, V.V., D.I. Lazorenko, and I.N. Fomina, 2017: Numerical modeling of water exchange through the Kerch Strait for various types of the atmospheric impact. *Physical Oceanography*, **4**, 82–93.
- Kiselev, I.A., 1955: *Pancirnye zhgutikonoscy (DINOFLAGELLATA) morej i presnyh vod SSSR*. Moscow; Leningrad, Isd. AN SSSR, 280.
- Kovaleva, G.V., 2006: Mikrovodorosli bentosa, perifitona i planktona pribrezhnoj chasti Azovskogo morja. *Dis. ... kand. biol. nauk: 03.00.05*. Rostov-on-Don, Isd-vo UNC RAN, 19.
- Krakhmalny, A.F., 2011: *Dynophyta of Ukraine (illustrated book for identification)*. Ed. P.M. Tcareno, Kiev, Alterpres, 444.
- Makarevich, P.R. and V.V. Larionov, 2006: The peculiarities of the structure of phytoplankton communities in the sea Azov basin salinity gradient areas. *Algology*, **16**(2), 216–266.
- Matishov, G.G., Ju.I. Inzhebejkin, and R.M. Savickij, 2013: Vozdejstvie na sredu i biotu avarijnogo razliva nefteproduktov v Kerchenskom prolive v nojabre 2007. *Vodnye Resursy*, **40**(3), 259–273.
- Morduhaj-Boltovskoj, F.D., 1968, 1969, 1972: *Opredelitel' fauny Chernogo i Azovskogo morej*. Kiev, Nauk. dumka, 1–3.
- Odum, U., 1986: *Ekologija*. Moscow, Mir, 2, 376.
- Petipa, T.S., 1957: O srednem vese osnovnyh form zooplanktona Chernogo morja. *Trudy Sevastopol'skoj biologicheskij stancii*, **9**(1), 39–57.
- Prosnkina-Lavrenko, A.I., 1955: *Diatomovje vodorosli planktona Chernogo morja*. Moscow; Leningrad, Isd. AN SSSR, 222.
- Prosnkina-Lavrenko, A.I., 1963: *Diatomovje vodorosli planktona Azovskogo morja*. Moscow; Leningrad, Isd. AN SSSR, 191.
- Selifonova, Zh.P., 2016: Structural and functional organization of ecosystems of bays and bays of the Black and Azov seas (Russian sector): *Dissertation ... Doctor of Biological Sciences: 25.00.28*, Murmansk, 270.
- Sorokin, U.I., 1979: K metodike koncentrirvanija prob fitoplanktona. *Gidrobiologicheskij zhurnal*, **15**, 71–76.

Ремизова Н.П., Теюбова В.Ф.

Tomas, C. (ed.), 1997: *Identifying marine phytoplankton*. San Diego, CA. Academic Press. Harcourt Brace Company, 821.

<http://www.algaebase.org> (last accessed in 21.12.2020)

<http://www.marinespecies.org> (last accessed in 16.01.2021)

Wilm, J.Z., 1968: Use of biomass units in Shannon's formula. *Ecology*, **49**(1), 153–156.

Zaremba, N.B., 2015: Seasonal variations of zooplankton species composition and abundance in the Kerch strait in 2000–2013. *Proceedings of the Southern Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography*, **53**, 46–53.

Zaremba, N.B., 2013: Phytoplankton community of the southern Kerch Strait during late spring period in 2009–2012. *Trudy YugNIRO*, **51**, 40–43.

Zotov, A.B., 2018: Unification of calculation the volume of alga for phytoplankton of the Black sea to the standards of the EU Marine Strategy. *Algologia*, **28**(2), 208–232.