

ФИТОПЛАНКТОН НОВОРОССИЙСКОЙ БУХТЫ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ В РАЗНЫЕ СЕЗОНЫ 2022 г.

О.Н. Ясакова

Федеральный исследовательский центр Южный научный центр
Российской академии наук, Ростов-на-Дону
yasak71@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты проведенных в период с апреля по ноябрь 2022 г. исследований планктонных водорослей в различных по уровню антропогенной нагрузки акваториях Новороссийской бухты.

Было обнаружено 73 вида и 8 классов водорослей. Средние величины численности и биомассы фитопланктона в акватории бухты составили 632 тыс. кл/л и 702 мг/м³. Максимальные значения численности и биомассы планктонных водорослей (938 тыс. кл/л и 1220 мг/м³) отмечены в акватории порта, в других районах бухты эти величины были в 1,7–4,6 раза ниже. Вспышки численности наблюдали в июне и июле (1,5 и 2,1 млн кл/л); пики биомассы – в июне (2872 мг/м³) и в августе (1014 мг/м³). Доминировали в планктоне диатомовые водоросли, составившие в акватории порта 89 % общей численности и 96 % биомассы, в средней части бухты – 35 % и 85 % этих величин соответственно. В открытой части бухты их доля в общих значениях численности и биомассы не превышала 9 и 53 %. Примнезиевые (*Emiliania huxleyi*) в средней и открытой частях бухты формировали основу (соответственно 59 и 90 %) общей численности и до 34 % биомассы сообщества.

Ключевые слова: таксономический состав, численность и биомасса фитопланктона, Новороссийская бухта, Черное море.

Морской порт Новороссийск расположен в северо-восточной части Черного моря, это один из крупнейших портов Черного моря, третий в Европе и крупнейший порт России. Навигация в порту длится круглый год. Основные грузы, проходящие через порт, – зерно, уголь, минеральные удобрения, лесоматериалы, нефть и нефтепродукты, контейнеры, пищевые и химические грузы. Воды порта подвержены высокой антропогенной нагрузке, вследствие чего в акваторию порта попадает значительный объем авто- и аллохтонной органики [1]. Уровень развития планктонных водорослей в акватории порта настолько высок, что зачастую здесь наблюдают «цветение воды», а иногда и случаи «красного прилива» [2; 3]. Центральная часть Новороссийской бухты в значительной степени подвержена рекреационной нагрузке и загрязнению сточными водами. Наиболее чистым районом бухты является ее открытая часть, имеющая хороший водообмен с открытым морем.

Цель нашей работы – исследовать современное состояние планктонного сообщества как в акватории порта Новороссийск, так и за его преде-

лами, в открытой части Новороссийской бухты в разные сезоны 2022 г.

Пробы *фитопланктона* (объемом 1–1,5 литра) отбирали с поверхностного слоя моря в трех отличающихся по уровню антропогенного воздействия районах Новороссийской бухты: порт, средняя часть и открытая часть. Пробы воды (1–1,5 литра) отбирали с борта ТХ «Капитан Василенко» ФГБУ «АМП ЧМ» ежемесячно с апреля по ноябрь 2022 г., фиксировали раствором Люголя до конечной концентрации 5 %, а дубликат проб (объемом 0,5 л) – раствором формалина до конечной концентрации 1–2 %; через 2–3 недели сгущали методом осаждения [4–6]. Клетки фитопланктона просматривали в счетной камере Нажотта при 200- и 400-кратном увеличении. Биомассу водорослей оценивали объемным методом, используя оригинальные и литературные данные измерений объема клеток для каждого вида [7]. При идентификации видов использовали общепринятые руководства [8–11].

Таксономический состав. В акватории Новороссийской бухты было обнаружено 73 вида фитопланктона из 8 классов: Bacillariophyceae (диатомовые),

Dinophyceae (динофитовые), Euglenophyceae (эвгленовые), Cryptophyceae (криптофитовые), Ebridia-phyceae (эбридиевые), Dictyochophyceae (диктиоховые), Chrysophyceae (золотистые), Prymnesiophyceae (примнезиевые) (табл. 1). Наибольшее количество видов приходилось на динофитовые (38) и диатомовые водоросли (27), другие классы были представлены 1–3 видами. В целом за исследуемый период в трех районах Новороссийской бухты видовое богатство было примерно одинаковым (55–58). Наибольшее число видов (32–34) наблюдали с июля по октябрь, умеренное (28–29) – с апреля по июнь, в ноябре произошло снижение таксономического разнообразия до 22 видов.

Величины количественного развития микроводорослей. Средние за исследуемый период величины численности и биомассы фитопланктона в акватории Новороссийской бухты составили 632 тыс. кл/л и 702 мг/м³. Причем наибольшие значения количественного развития водорослей были отмечены в акватории порта – 938 тыс. кл/л и 1220 мг/м³. В средней части бухты величины численности и биомассы (410 тыс. кл/л и 622 мг/м³) были в 2–2,3 раза ниже, в открытой части бухты (549 тыс. кл/л и 265 мг/м³) они в 1,7–4,6 раза уступали таковым величинам, отмеченным в порту (рис. 1).

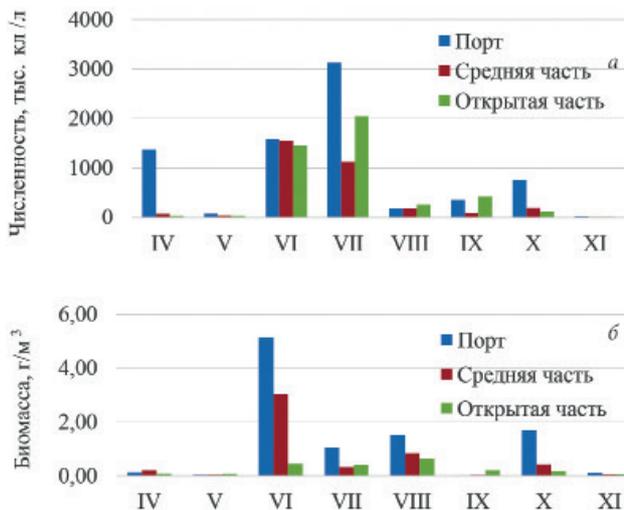


Рис. 1. Динамика численности (а) и биомассы (б) фитопланктона в разных районах Новороссийской бухты в 2022 г.

Основу численности растительного сообщества в теплый период года (июнь – сентябрь) преимущественно формировали диатомовые и примнезиевые водоросли, в более холодное время года

(апрель, май, октябрь и ноябрь) численно доминировали диатомовые, возрастала роль динофитовых, жгутиковых, иногда золотистых водорослей. Основу биомассы составляли диатомовые и динофитовые водоросли, в июле повышалась роль примнезиевых, которые в этот период формировали до 30 % общей биомассы.

Вспышки численности планктонных водорослей, составившие в среднем по бухте 1,5 и 2,1 млн кл/л, наблюдали в июне и июле. Они были связаны с обилием как примнезиевых *Emiliana huxleyi*, так и диатомовых водорослей *Cerataulina pelagica*, *Skeletonema costatum*, видов рода *Pseudo-nitzschia*. Причем массовое развитие *Skeletonema costatum* в июле наблюдали исключительно в акватории порта, это может быть связано с высоким уровнем трофности вод этого района моря. Высокие показатели биомассы, отмеченные во всей акватории бухты в июне (2872 мг/м³) и в августе (1014 мг/м³), были обусловлены массовым развитием диатомовых *Cerataulina pelagica* и *Pseudosolenia calcar-avis*.

Надо отметить, что доминирующим классом водорослей в акватории порта практически на протяжении всего периода исследований были диатомовые, составившие в среднем 89 % общей численности и 96 % биомассы (рис. 2). В средней части бухты на их долю приходилось всего 35 % численности, при этом они формировали подавляющую часть (85 %) биомассы. В открытой части бухты доля диатомовых в общих значениях численности не превышала 9 %, в величинах биомассы – 53 %. Интенсивное развитие диатомовых в порту в период вегетационного сезона еще раз указывало на высокую трофность вод этого района. За пределами порта повышалось значение примнезиевых водорослей, которые в средней и открытой частях бухты формировали соответственно 59 и 90 % общей численности и в силу своих небольших размеров (диаметр клетки обычно не превышает 10 мкм) – всего 7 и 34 % биомассы сообщества. Ранее было отмечено, что основной вид примнезиевых водорослей *Emiliana huxleyi* не развивается в районах моря, загрязненных бытовыми сточными водами, содержащими мочевины [12]. Однако надо отметить, что роль этого вида планктонных водорослей в поддержании баланса парникового газа CO₂ в атмосфере трудно переоценить. В эру технического прогресса это приобретает особую значимость.

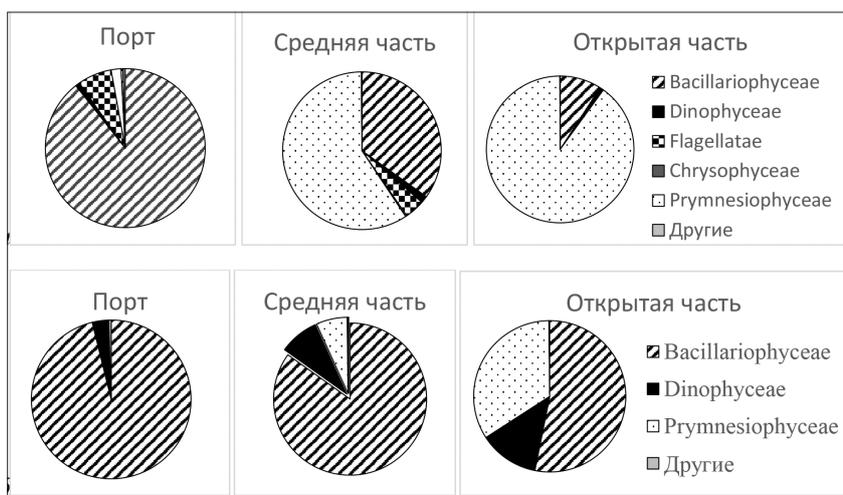


Рис. 2. Доля основных классов водорослей в формировании общих величин численности (а) и биомассы (б) фитопланктона в трех исследуемых районах Новороссийской бухты в 2022 г.

Роль динофитовых была заметна лишь в величинах биомассы, в среднем они формировали от 3 % этих величин в порту до 8 и 17 % – в средней и открытой частях бухты.

Сезонная динамика доминирующих видов фитопланктона

ВЕСНА. В апреле диатомовые формировали основу (87 %) численности и 58 % биомассы, доминировал бореальный вид *Skeletonema costatum*, составивший в среднем по бухте 81 % общей численности. Надо отметить, что в открытой части бухты вид не развивался, в этом районе моря были отмечены другие виды диатомовых: *Chaetoceros curvisetus*, *Licmophora ehrenbergii*, *Nitzschia tenuirostris* и виды рода *Pseudo-nitzschia*. Представитель золотистых водорослей (*Dinobryon balticum*) в среднем по бухте формировал 10 % общей численности. На долю динофитовых (в основном *Scrippsiella acuminata*, *Akashiwo sanguinea*, виды родов *Glenodinium*, *Gyrodinium*) приходилось 40 % биомассы сообщества. **В мае** продолжали доминировать диатомовые водоросли: 49 % численности и 66 % биомассы, в акватории порта была высока роль *Skeletonema costatum*, за пределами порта – *Pseudo-nitzschia delicatissima*, *Nitzschia tenuirostris*, *Leptocylindrus danicus* и *Dactyliosolen fragilissimus*. Среди динофлагеллят, формировавших 7 % численности и 30 % биомассы сообщества, доминировала *Lessardia elongata*. Основу биомассы формировали диатомовые *Chaetoceros curvisetus*, *Dactyliosolen fragilissimus* и *Coscinodiscus granii*, среди динофитовых – *Ceratium tripos*, *Gyrodinium*

pingue, *Heterocapsa triquetra*, *Prorocentrum micans*. В этот период повышалась роль мелких жгутиковых водорослей (в сумме 26 %), в том числе криптофитовых, золотистых, а в средней части моря – примнезиевых.

ЛЕТО. В июне диатомовые формировали 49 % численности и 92 % биомассы. В порту наблюдали цветение *Cerataulina pelagica*, роль которого за пределами порта несколько снизилась. В средней и открытой части доминировал вид примнезиевых *Emiliana huxleyi*, составивший в среднем по бухте 49 % общей численности. Динофитовые (*Prorocentrum micans*, *Oblea rotunda*, *Ceratium tripos*) формировали 3 % биомассы сообщества. **В июле** на долю диатомовых приходилось 48 % численности и 55 % биомассы. В порту вновь наблюдали интенсивное развитие мезосапробных видов *Skeletonema costatum* и *Leptocylindrus minimus*, а также *Chaetoceros curvisetus*. В целом по бухте превалировали диатомовые *Pseudo-nitzschia delicatissima*, *Pseudosolenia calcar-avis* и примнезиевые, последние формировали половину (49 %) численности и треть (31 %) биомассы фитопланктона. Среди динофитовых повышалась роль видов *Ceratium tripos*, *Gyrodinium pingue*, составивших 14 % биомассы планктона. **В августе** диатомовые составили 57 % численности и 96 % биомассы. Во всём районе исследования были распространены *Pseudosolenia calcar-avis* и *Cerataulina pelagica*. В открытой части бухты доминировал представитель примнезиевых *Emiliana huxleyi*, составивший в среднем по бухте 41 % общей численности.

Таблица 1. Таксономический состав фитопланктона в трех районах Новороссийской бухты в исследуемый период 2022 г.

Таксоны водорослей / районы исследования	Порт	Средняя часть	Открытая часть
BACILLARIOPHYCEAE			
<i>Asterionellopsis glacialis</i> (Castracane) Round	+	+	-
<i>Cerataulina pelagica</i> (Cleve) Hendeby	+	+	+
<i>Chaetoceros tortissimus</i> Gran	-	-	+
<i>Chaetoceros</i> sp.	+	+	-
<i>Chaetoceros affinis</i> Lauder	+	+	+
<i>Chaetoceros compressus</i> Lauder	+	+	-
<i>Chaetoceros curvisetus</i> P.T. Cleve	+	+	+
<i>Chaetoceros peruvianus</i> Brightwell	+	-	+
<i>Chaetoceros socialis</i> H.S. Lauder	-	+	-
<i>Coscinodiscus granii</i> L.F. Gough	-	+	-
<i>Coscinodiscus</i> sp.	+	+	-
<i>Cyclotella</i> sp.	+	-	-
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i> (Bergon) Hasle	+	+	+
<i>Gyrosigma</i> sp.	+		+
<i>Hemiaulus hauckii</i> Grunow ex Van Heurck	+	+	+
<i>Leptocylindrus danicus</i> Cleve	+	+	+
<i>Leptocylindrus minimus</i> Gran	+	+	+
<i>Licmophora ehrenbergii</i> (Kützing) Grunow	+	+	+
<i>Licmophora flabellata</i> (Greville) C. Agardh	+	-	+
<i>Licmophora</i> sp.	+	-	-
<i>Melosira moniliformis</i> (O.F. Müller) C. Agardh	+	-	-
<i>Navicula</i> sp.	+	+	+
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) W. Smith	-	-	+
<i>Nitzschia sigmoidea</i> (Nitzsch) W. Smith	+	-	-
<i>Nitzschia tenuirostris</i> Mer.	+	+	+
<i>Petrodictyon gemma</i> (Ehrenberg) D.G. Mann in Roundet al	+	-	-
<i>Pleurosigma</i> sp.	-	+	+
<i>Pleurosigma elongatum</i> W. Smith	+	+	+
<i>Proboscia alata</i> (Brightwell) Sundström	+	+	+
<i>Pseudo-nitzschia seriata</i> (Cleve) H. Peragallo (complex)	+	+	+
<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i> (Cleve) Heiden (complex)	-	+	+
<i>Pseudo-nitzschia</i> sp.	-	+	-
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i> (Schultze) B.G. Sundström	+	+	+
<i>Skeletonema costatum</i> (Greville) Cleve	+	+	-
<i>Skeletonema</i> sp.	-	+	-
<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow) Mereschkowsky	+	+	+
DINOPHYCEAE			
<i>Akashiwo sanguinea</i> (K. Hirasaka) G. Hansen & Ø. Moestrup	+	+	+
<i>Alexandrium</i> sp.	+	-	-
<i>Ceratium furca</i> (Ehrenberg) Claparède & Lachmann	+	+	+
<i>Ceratium fusus</i> (Ehrenberg) Dujardin	+	+	+
<i>Ceratium tripos</i> (O.F. Müller) Nitzsch	+	+	+

Продолжение *табл. 1*

Таксоны водорослей / районы исследования	Порт	Средняя часть	Открытая часть
DINOPHYCEAE			
<i>Dinophysis caudata</i> Saville-Kent	+	+	+
<i>Dinophysis rotundata</i> Claparède & Lachmann	+	+	+
<i>Diplopsalis lenticula</i> Bergh	+	+	+
<i>Diplopsalis minor</i> (Paulsen) Margalef	+	+	+
<i>Glenodinium</i> sp.	+	+	+
<i>Gonyaulax digitalis</i> (C.H.G. Pouchet) Kofoid	-	-	+
<i>Gonyaulax polygramma</i> F. Stein	+	+	-
<i>Gonyaulax spinifera</i> (Claparède & Lachmann) Diesing	+	+	+
<i>Gonyaulax verior</i> Sournia	+	-	-
<i>Gonyaulax</i> sp.	-	+	-
<i>Gymnodinium</i> sp.	-	-	+
<i>Gyrodinium pingue</i> (Schütt) Kofoid et Swezy	+	+	+
<i>Gyrodinium spirale</i> (Bergh) Kofoid & Swezy	+	+	+
<i>Gyrodinium</i> spp.	+	+	+
<i>Heterocapsa triquetra</i> (Ehrenberg) F. Stein	+	+	+
<i>Lingulodinium polyedra</i> (F.Stein) J.D. Dodge	+	-	-
<i>Lessardia elongata</i> Saldarriaga & F.J.R. Taylor	+	+	+
<i>Oblea rotunda</i> (Lebour) Balech ex Sournia	+	+	+
<i>Polykrikos kofoidii</i> Chatton	+	-	-
<i>Prorocentrum compressum</i> (J.W. Bailey) T.H. Abé ex J.D. Dodge	+	+	+
<i>Prorocentrum cordatum</i> (Ostenfeld) J.D. Dodge	+	+	+
<i>Prorocentrum micans</i> Ehrenberg	+	+	+
<i>Protoceratium reticulatum</i> (Claparède & Lachmann) Bütschli	-	+	+
<i>Protoperidinium</i> spp.	+	+	-
<i>Protoperidinium crassipes</i> (Kofoid) Balech	-	+	+
<i>Protoperidinium bipes</i> (Paulsen) Balech	-	-	+
<i>Protoperidinium brevipes</i> (Paulsen) Balech	+	+	+
<i>Protoperidinium conicum</i> (Gran) Balech	-	+	+
<i>Protoperidinium depressum</i> (Bailey) Balech	-	-	+
<i>Protoperidinium divergens</i> (Ehrenberg) Balech	+	+	+
<i>Protoperidinium granii</i> (Ostenfeld) Balech	-	+	+
<i>Protoperidinium knipowitschii</i> (Usachev) Balech	-	-	+
<i>Protoperidinium pallidum</i> (Ostenfeld) Balech	+	-	-
<i>Protoperidinium pellucidum</i> Bergh		+	-
<i>Protoperidinium steinii</i> (Jørgensen) Balech	+	+	+
<i>Protoperidinium subinermis</i> (Paulsen) Loeblich III	+	+	+
<i>Scaphodinium mirabile</i> Margalef	+	+	+
<i>Scrippsiella acuminata</i> (Ehrenberg) Kretschmann	+	+	+
<i>Torodinium robustum</i> Kofoid & Swezy	-	+	+

Окончание табл. 1

Таксоны водорослей / районы исследования	Порт	Средняя часть	Открытая часть
FLAGELLATAE			
<i>Flagellata</i> sp.	+	+	+
EUGLENOPHYCEAE			
<i>Eutreptia lanowii</i> Steuer	+	+	+
<i>Euglena</i> sp.	+	–	–
<i>Euglena pascher</i> Swirenko	+	–	–
<i>Euglena viridis</i> (O.F. Müller) Ehrenberg	–	–	+
CRYPTOPHYCEAE			
<i>Plagioselmis prolonga</i> Butcher ex G. Novarino, I.A.N. Lucas & S. Morrall	+	+	–
EBRIAPHYCEAE			
<i>Ebria tripartita</i> (J. Schumann) Lemmermann	+	–	+
<i>Hermesinum adriaticum</i> Zacharias	–	–	+
DICTYOPHYCEAE			
<i>Octactis octonaria</i> (Ehrenberg) Hovasse	–	+	+
CHRYSOPHYCEAE			
<i>Dinobryon balticum</i> (Schutt) Lemmermann	+	+	+
PRYMNESIOPHYCEAE			
<i>Emiliania huxleyi</i> (Lohmann) W.W. Hay & H.P. Mohler in W.W. Hay	+	+	+

Примечание: «+» – наличие вида, «–» – отсутствие вида.

ОСЕНЬ. В сентябре диатомовые формировали 40 % численности и 66 % биомассы, преобладали среди них *Pseudo-nitzschia delicatissima*, *Leptocylindrus minimus*, *Asterionellopsis glacialis* и виды рода *Chaetoceros*. В порту повышалась роль мелких жгутиковых, в открытой части моря – *Emiliania huxleyi*, в среднем по бухте они формировали 27 и 32 % общей численности, 5 и 18 % биомассы. Динофитовые составили 10 % биомассы. **В октябре** диатомовые формировали подавляющую часть: 73 % численности и 97 % биомассы сообщества, повсеместно доминировал среди них комплекс видов: *Cerataulina pelagica*, *Pseudosolenia calcar-avis*, *Pseudo-nitzschia delicatissima*, *Pseudo-nitzschia seriata*, *Leptocylindrus minimus*, *Leptocylindrus danicus* и осенний вид *Hemiaulus hauckii*. В порту и в средней части бухты в значительном количестве развивались также мелкие жгутиковые, за пределами порта – приморские. **В ноябре** диатомовые составили 70 % численности и 35 % биомассы сообщества, повышалась роль холодолюбивых видов *Thalassionema nitzschioides*, *Proboscia alata*, *Pseudo-nitzschia delicatissima*, а также видов рода *Chaetoceros*. Завер-

шился период вегетации приморских водорослей. На фоне снижения общего обилия фитопланктона динофитовые (в основном *Prorocentrum micans*, *Prorocentrum cordatum*, *Protoperidinium divergens*, *Protoperidinium subinermis*, виды родов *Ceratium* и *Gyrodinium*) отвечали за формирование 29 % численности и почти 65 % биомассы.

Выводы

1. В период с апреля по ноябрь 2022 г. в составе фитопланктона Новороссийской бухты было обнаружено 73 вида водорослей, что несколько уступало показателям (82 вида) 2021 г. [13].

2. Средние за исследуемый период 2022 г. величины численности и биомассы фитопланктона в акватории бухты составили 632 тыс. кл/л и 702 мг/м³. Значения численности были близки к величинам, отмеченным в этом районе моря в период с февраля по декабрь 2021 г. (656 тыс. кл/л), а величины биомассы им более чем в 2 раза уступали (1639 мг/м³) [13].

3. В акватории порта были отмечены максимальные значения количественного развития планктонных водорослей (938 тыс. кл/л и 1220 мг/м³).

В акватории других исследуемых районов бухты эти величины были в 1,7–4,6 раза ниже.

4. Доминирующим классом водорослей в акватории порта были диатомовые (89 % общей численности и 96 % биомассы), в средней и особенно в открытой частях бухты повышалась роль примезиевых (59 и 90 % общей численности). Доля

динофлагеллят была заметна лишь в величинах биомассы (до 17 % в открытой части бухты).

5. Высокие величины численности и биомассы, а также преобладание в планктоне порта диатомовых водорослей (в том числе мезосапробного вида *Skeletonema costatum*) указывало на высокую трофность вод этой акватории шельфовой зоны моря.

Публикация подготовлена в рамках госзадания ЮНЦ РАН № 122011900153-9.

Список литературы

1. Ясакова О.Н., Макаревич П.Р. Современное состояние фитопланктона северо-восточной части Черного моря. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2023. 232 с.
2. Ясакова О.Н., Кренева Е.В. «Красный прилив» в порту Новороссийск, вызванный *Heterocapsa rotundata* (Dinophyceae, Heterocapsaceae) и *Myrionecta rubra*, *Mesodinium pulex* (Ciliophora, Litostomatea) в июле 2011 года // Морской экологический журнал. 2012. Т. XI. № 2. С. 9.
3. О.Н., Лужняк О.Л. Еще один случай «красного прилива», обнаруженный в порту г. Новороссийска (Черное море) // XVII Международная научно-техническая конференция «Современные методы и средства океанологических исследований» (МСОИ-2021). М.: Изд-во ИО РАН, 2021. Т. 2. С. 187–190.
4. Макаревич П.Р., Дружков Н.В. Методические рекомендации по анализу количественных и функциональных характеристик морских биоценозов северных морей. Ч. 1: Фитопланктон. Зоопланктон. Взвешенное органическое вещество. Апатиты, 1989. 50 с.
5. Современные методы количественной оценки распределения морского планктона / под. ред. М.Е. Виноградова М.: Наука, 1983. 279 с.
6. Цыбань А.В. Методы изучения морского фитопланктона // Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений. Л.: Гидрометеоздат, 1980. С. 91–99.
7. Брянцева Ю.В., Лях А.М., Сергеева А.В. Расчет объемов и площадей поверхности одноклеточных водорослей Черного моря. Севастополь, 2005. 25 с. (Препринт / НАН Украины, Институт биологии южных морей).
8. Киселев Н.А. Панцирные жгутиконосцы. М.; Л.: АН СССР, 1950. 280 с.
9. Косинская Е.К. Определитель морских синезеленых водорослей. Л.: АН СССР. 1948. 279 с.
10. Прошкина-Лавренко А.И. Диатомовые водоросли планктона Черного моря / АН СССР. 1963. 223 с.
11. Tomas C. (ed.). Identifying marine phytoplankton. San Diego, CA. Academic Press., Harcourt Brace Company. 1997. 821 p.
12. Yasakova O.N., Okolodkov Y.B., Chasovnikov V.K. Increasing contribution of coccolithophorids to the phytoplankton in the northeastern Black Sea // Marine Pollution Bulletin. 2017. Vol. 124. No. 1. P. 526–534.
13. Ясакова О.Н. Фитопланктон Новороссийской бухты (северо-восточная часть Черного моря) в разные сезоны 2021 г. // Экология. Экономика. Информатика. Сер.: Системный анализ и моделирование экономических и экологических систем. Ростов-на-Дону, 2023. Вып. 8. С. 121–130.

PHYTOPLANKTON OF NOVOROSSIYSK BAY,
NORTHEASTERN PART OF THE BLACK SEA,
IN DIFFERENT SEASONS 2022

O.N. Yasakova

Federal Research Centre the Southern Scientific Center
of the Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don,
yasak71@mail.ru

Abstract. The article presents the results of a study of planktonic algae in the waters of Novorossiysk Bay, which were conducted in the period from April to November 2022. 73 species and 8 classes of algae were found. The average abundance and biomass of phytoplankton in the bay area was 632 thousand cells/l and 702 mg/m³. The maximum abundance and biomass of planktonic algae (938 thousand cells/l and 1220 mg/m³) were noted in the port area, in other areas of the bay these values were 1,7–4,6 times lower. Outbreaks of abundance were observed in June and July (1,5 and 2,1 million cells/l); biomass peaks – in June (2872 mg/m³) and August (1014 mg/m³). Diatoms dominated the plankton, accounting for 89 % of the total abundance and 96 % of the biomass in the water area of the port, and 35 % and 85 % of these values in the middle part of Novorossiysk Bay. In the open part of the bay, their share in the total abundance and biomass did not exceed 9 and 53 %. Primnesian (*Emiliania huxleyi*) in the middle and open parts of the bay formed the basis (59 and 90 %, respectively) of the total population and up to 34 % of the biomass of the community.

Keywords: taxonomic composition, abundance and biomass of phytoplankton, Novorossiysk Bay, Black Sea.

References

1. Jasakova O.N., Makarevich P.R. 2023. *Sovremennoe sostojanie fitoplanktona severo-vostochnoj chasti Chernogo morja*. [Current state of phytoplankton in the North-Eastern Black Sea]. Rostov-on-Don: SSC RAS Publ., 232 p.
2. Jasakova O.N., Kreneva E.V. 2012. «Krasnyj priliv» v portu Novorossijsk, vyzvannyj *Heterocapsa rotundata* (Dinophyceae, Heterocapsaceae) i *Myrionecta rubra*, *Mesodinium pulex* (Ciliophora, Litostomatea) v ijule 2011 goda. *Morskij jekologicheskij zhurnal*. XI(2): 9.
3. Jasakova O.N., Luzhnjak O.L. 2021. Eshhe odin sluchaj «krasnogo priliva», obnaruzhennyj v portu g. Novorossijska (Chernoje more). In: XVII Mezhdunarodnaja nauchno-tehnicheskaja konferencija «Sovremennye metody i sredstva okeanologicheskij issledovanij» (MSOI-2021). [XVII International Scientific and Technical Conference “Modern methods and means of oceanological research” (ISSOI-2021)]. Moscow; 2: 187–190.
4. Makarevich P.R., Druzhkov N.V. *Metodicheskie rekomendacii po analizu kolichestvennyh i funkcional'nyh harakteristik morskih biocenozov severnyh morej. Ch. 1. Fitoplankton. Zooplankton. Vzveshennoe organicheskoe veshhestvo*. [Methodological recommendations for the analysis of quantitative and functional characteristics of marine biocenoses of the northern seas. Part 1. Phytoplankton. Zooplankton. Suspended organic matter]. Apatity, 1989. 50 p.
5. Vinogradova M.E. (ed.). 1983. *Sovremennye metody kolichestvennoj ocenki raspredelenija morskogo planktona*. [Modern methods for quantifying the distribution of marine plankton]. Moscow, Nauka: 279 p.
6. Cyban' A.V. 1980. Methods of studying marine phytoplankton. *Rukovodstvo po metodam biologicheskogo analiza morskoy vody i donnyh otlozhenij*. Leningrad; Gidrometeoizdat: 91–99.
7. Brjanceva Ju.V., Ljah A.M., Sergeeva A.V. 2005. *Raschet ob'emov i ploshchadej poverkhnosti odnokletochnykh vodorosley Chernogo morya*. [Calculation of volumes and surface areas of unicellular algae of the Black Sea. Sevastopol, 2005. 25 p. (Preprint / NAS of Ukraine, Institute of Biology of the South Seas).] Sevastopol': 25 p.
8. Kiselev N.A. 1950. *Pantsirnye zhgutikonostsy*. [Armored flagellates]. Moscow; Leningrad: 280 p.
9. Kosinskaja E.K. 1948. *Opredelitel' morskikh sinezelenykh vodorosley*. [Carapace flagellates are a determinant of marine blue-green algae]. Leningrad: 279 p.
10. Proshkina-Lavrenko A.I. 1963. *Diatomovye vodorosli planktona Chernogo morya*. ANSSSR. [Diatoms of Black Sea plankton]. Academy of Sciences of the USSR; Moscow; Leningrad: 223 p.
11. Tomas C. (ed.). 1997. Identifying marine phytoplankton. San Diego, CA. Academic Press. Harcourt Brace Company: 821 p.
12. Yasakova O.N., Okolodkov Y.B., Chasovnikov V.K. 2017. Increasing contribution of coccolithophorids to the phytoplankton in the northeastern Black Sea. *Marine Pollution Bulletin*. 124(1): 526–534.
13. Jasakova O.N. 2023. Phytoplankton of Novorossiysk Bay, North-Eastern part of the Black Sea, in different seasons 2021. In: *Ekologiya. Ekonomika. Informatika. Ser.: Sistemnyy analiz i modelirovanie ekonomicheskikh i ekologicheskikh sistem*. [Ecology. Economy. Informatics. System analysis and mathematical modeling of ecological and economic systems]. Iss. 8. Rostov-on-Don; SSC RAS Publ.: 208 p. 121–130.