

БОТАНИКА

Научная статья

УДК 581.9:574.583

doi: 10.17072/1994-9952-2022-3-175-183.

Таксономический состав и численность планктонных водорослей в водах Западной Антарктики (февраль–март 2020 г.)

Полина Геннадьевна Беляева¹, Дмитрий Юрьевич Шаравин²✉

^{1,2} Институт экологии и генетики микроорганизмов УрО РАН, Пермь, Россия

¹ polina-b5@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6741-0424>

²✉ dima-sharavin@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3962-8164>

Аннотация. Приводятся результаты исследований видового разнообразия, количественного развития и распределения фитопланктона в водах юго-восточной части моря Росса (район о. Рузвельт), на разрезе 1, вдоль восточной границы моря Росса у мыса Колбек по меридиану 156° ЗД, на разрезе 2 вблизи станции Русская, а также в проливе Брансфилд (разрез 3) в феврале-марте 2020 г. по материалам 65 Российской антарктической экспедиции. В составе фитопланктона выявлено 49 таксонов водорослей из 7 отделов, с преобладанием диатомовых водорослей. Пространственное распределение фитопланктона характеризовалось неоднородностью, что связано со сложной системой течений в районах исследования, ледовой обстановкой, климатическими и термохалинными факторами. Для всей изученной акватории характерно развитие диатомовых водорослей. Доминантными видами, составляющими более 10% численности водорослей, являлись представители родов *Fragilariopsis*, *Chaetoceros*, *Actinocyclus*, *Corethron* и *Phaeocystis*. Наиболее высокие показатели численности фитопланктона (до 264 тыс. кл./л) получены для станций разреза 2.

Ключевые слова: Западная Антарктика, фитопланктон, диатомовые водоросли, пространственная изменчивость, шельф

Для цитирования: Беляева П. Г., Шаравин Д. Ю. Таксономический состав и численность планктонных водорослей в водах Западной Антарктики (февраль–март 2020 г.) // Вестник Пермского университета. Сер. Биология. 2022. Вып. 3. С. 175–183. <http://dx.doi.org/10.17072/1994-9952-2022-3-175-183>.

Благодарности: работа выполнена в рамках Государственного задания № НИОКТРАААА-А19-119112290008-4. Авторы выражают благодарность С.В. Кашину (м.н.с., ЛЮО ОО АНИИ), Д.А. Орехову (к.в.н., доцент, КОЭУВД, ФГБОУ ВО СПбГУВМ), А.П. Воронину (к.б.н., с.н.с., ЛМК ГНДНК ИНЦ) за помощь в проведении исследований, а также всему экипажу НЭС «Академик Трёшников» за ответственное отношение к выполнению океанографических работ.

BOTANY

Original article

Taxonomic composition and abundance of planktonic algae in the West Antarctica waters (February-March 2020)

Polina G. Belyaeva¹, Dmitry Y. Sharavin²✉

^{1,2} Institute of Ecology and Genetics of Microorganisms of the UB RAS, Perm, Russia

¹ polina-b5@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6741-0424>

²✉ dima-sharavin@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3962-8164>

Abstract. Diversity, quantitative development and distribution of phytoplankton species were investigated. The study area included southeastern part of the Ross Sea (near Roosevelt Island) (station 3), transect 1 along the 156°W (Ross Sea at Cape Colbeck), near *Russkaya* station (transect 2) along the 138°W and the Bransfield Strait (transect 3) in February-March 2020, based on the data of 65th Russian Antarctic Expedition. 49 algae taxa from 7 divisions with a predominance of diatoms were identified in the phytoplankton. The spatial distribution of phytoplankton was characterized by heterogeneity which is associated with currents in the study areas, ice conditions, climatic and thermohaline factors. Development of diatoms is typical to the entire studied area. The dominant species (more than 10% of the algae population) were representatives of the genera *Fragilariopsis*, *Chaetoceros*, *Actinocyclus*, *Corethron* and *Phaeocystis*. The highest phytoplankton abundance (up to 264×10³ cells/l) were obtained for transect 2 stations.

Keywords: West Antarctica, phytoplankton, diatoms, spatial variability, shelf

For citation: Belyaeva P. G., Sharavin D. Y. [Taxonomic composition and abundance of planktonic algae in the West Antarctica waters (February-March 2020)]. *Bulletin of Perm University. Biology*. Iss. 3 (2022): pp. 175-183. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.17072/1994-9952-2022-3-175-183>.

Acknowledgments: the study was carried out within the framework of the State assignment № НИОКТПА-AAA-A19-119112290008-4. We wish to thank Kashin S.V. (AARI), Orekhov D.A. (SPSUVM) and Voronin A.P. (IC RAS) for their help and support during the field campaign. We also thank the captain and crew of the IBRV *Akademik Tryoshnikov* and many other colleagues on board for their assistance during the RAE65 austral summer cruise.

Введение

Фитопланктон, создающий первичную продукцию антарктических морей, является одним из важнейших компонентов океанической экосистемы. Изучение водорослей Антарктики российскими исследователями было начато в 1960-х гг. на небольших по площади акваториях [Гогорев, 2009]. Несмотря на значимость региона Западной Антарктики и существенный интерес исследователей к этому региону, малоизученным остается район Южного океана (ЮО) между морями Росса и Амундсена, который весьма интересен с океанографической точки зрения [Антипов, Кашин, Молчанов, 2020]. Также в литературе крайне мало информации о видовом составе и пространственном распределении фитопланктона сектора ЮО от м. Колбек (п-ов. Эдуарда VII, 158°ЗД) до м. Дарт (западная часть моря Амундсена, 126°ЗД). Более подробно изучен район Южных Шетландских островов [Garibotti, Vernet, Ferrario, 2003; Cefarelli, Vernet, Ferrario, 2011; Mendes, Souza, Garcia et al., 2012; Rozema, Venables, Poll et al., 2017; Dotto et al., 2021].

Ежегодно формирующийся морской лед является главной особенностью полярных регионов и играет фундаментальную роль в структурировании морских экосистем на высоких широтах, тем самым влияя на взаимодействие океана и атмосферы, а также влияя на глобальный климат [Thomas, Dieckmann, 2002; Smetacek, Nicol, 2005; Saggiomo, Poulin, Mangoni et al., 2017]. В водах, омывающих Антарктический полуостров, за последние десятилетия отмечено существенное повышение температуры [Mangoni, Saggiomo, Volinesi et al., 2017]. Подобные изменения сказываются на состоянии ледового покрова, ареале местной фауны, а также на физико-химических характеристиках водной толщи, составе и развитии фитопланктона [Mendes, Souza, Garcia et al., 2012; Rozema, Venables, Poll et al., 2017].

Цель – изучить состав водорослей планктона и их численность в районах исследованной акватории Западной Антарктики в конце летнего и начале осеннего сезонов.

Материал и методика

Материал был собран в тихоокеанском секторе ЮО в рамках 65-й РАЭ, в ходе 14-го рейса НЭС «Академик Трёшников» в период с 06.02. по 10.03.2020 г. Пробы воды отбирали пластиковыми батометрами зондирующего комплекса «Sea Bird 911+». Исследования проведены в акватории Западной Антарктики на эпизодической станции 3 в юго-восточной части моря Росса (Китовая бухта) в 12 км севернее о. Рузвельт (78°41.13' ЮШ 163°42.58' ЗД, 6.02.2020). На разрезе 1, протяжённостью 35 км вдоль восточной границы моря Росса у мыса Колбек п-ова Эдуарда VII по меридиану 156° ЗД (7.02.2020), для альгологических исследований были взяты пробы со станций 4, 7 и 9, приуроченных к шельфу, склону и глубоководной области соответственно. Поверхностный 50-метровый слой имел температуру около 0°C при содержании кислорода 7.4–7.7 мл/л, на глубине 500 м температура доходила до –1.8°C, а солёность – до 34 psu. На глубинах 600–800 м разреза 1 от края бровки тянулся относительно солёный (34.7 psu), тёплый слой (около 1.5°C) с низким содержанием кислорода (4 мл/л). На разрезе 2, длиной 87 км вблизи станции Русская, в 36 км от фронта шельфового ледника Корделла Халла (24.02.2020) пробы отбирались со станций 10, 11, 21 и 22. Разрез 2 имел более сложную топографию дна с депрессиями в начале разреза. Верхние 50 м содержали 8.0–8.7 мл/л кислорода и имели небольшую минерализацию (32.8 psu). Слой с температурами до –1.79°C и содержанием кислорода 5–7 мл/л доходил до глубин 400–500 м. Максимум температуры (1.56°C) и солёности (34.7 psu) на разрезе находился на расстоянии около 20 км от бровки, на глубине 450 м, при содержании кислорода около 4.4 мл/л. На 118-километровом разрезе 3 в проливе Брансфилд (район антарктической станции Беллинсгаузен 9–10.03.2020) для альгологических исследований пробы отбирали на станциях 23, 27 и 33, где только ст. 27 находилась в глубоководной области пролива. Большое количество островов и рельеф дна существенно отличают данный разрез от первых двух. Верхний 100-метровый слой воды с температурой выше 0°C простирался от створа разреза практически до южного берега пролива. Тёплые, до 2°C, менее минерализованные воды преобладали в северной части разреза. В акватории, примыкающей к Антарктическому п-ову господствовали холодные воды. Поверхностный слой характеризовался солёностью 34.0–34.5 psu и содержанием кислорода 7.2–7.5 мл/л. Придонные воды котловины пролива, отмеченные на разрезе глубинами до 1 770 м с температурой –1.5°C

имели солёность около 34.5 psu и были относительно насыщены кислородом (6.5–6.7 мл/л). Схема расположения разрезов в районе исследований приведена на рис. 1.

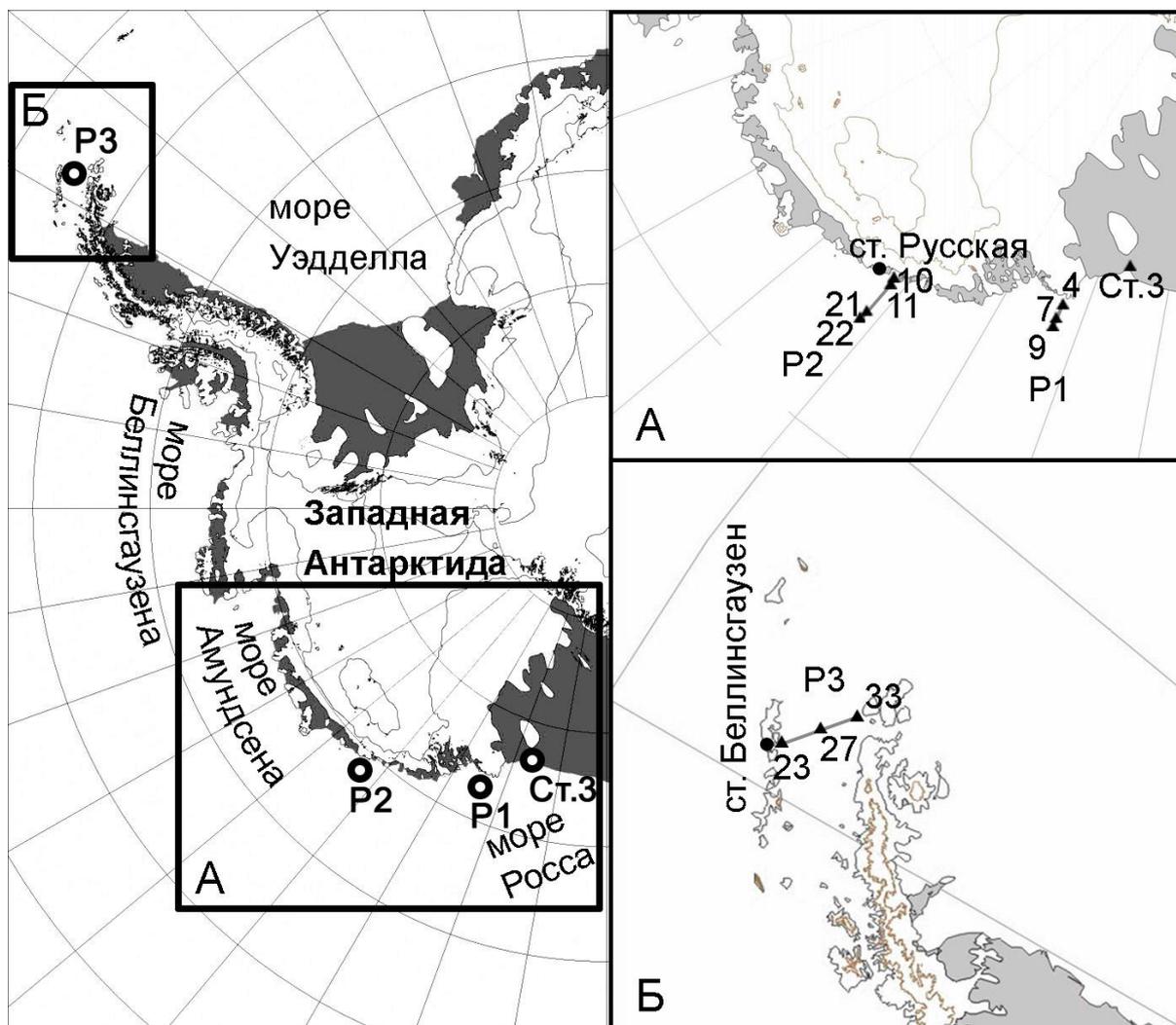


Рис. 1. Схема расположения разрезов и станций в районе исследований (Западная Антарктика)

[Location of the Stations and Transects in the study area of West Antarctica]

На каждой станции отбор проб фитопланктона проводили в верхнем перемешанном слое (1–2 горизонта: 0–10, 10–50 м). Пробы воды объемом 1–2 л сгущали с помощью воронки обратной фильтрации с использованием мембранных фильтров «Владипор» с размером пор 1.2–3.0 мкм. Пробы фиксировали формалином. Обработку проб вели в Учинской камере объемом 0.01 мл, клетки просчитывали в зависимости от численности вида, но не менее чем в 4 камерах. Постоянные препараты диатомовых водорослей готовили методом холодного сжигания с последующей заливкой высокопреломляющей анилин-формальдегидной смолой [Методика ..., 1975]. Анализ проб проводили под световым микроскопом Axiostar-Plus. Большинство водорослей определены нами только до рода. Доминантными считали виды с численностью $\geq 10\%$. Таксономическую принадлежность различных групп водорослей устанавливали по определителям и многочисленным работам по планктонной флоре Южного океана [Сёмина, Голикова, Нагаева, 1982; Carmelo, 1997; Tomas, 1997; Герасимюк, 2008; Hoppenrath et al., 2009; Гогорев, 2010; Cefarelli et al., 2010; Гогорев, 2013; Gogorev, Samsonov 2016; Almandoz et al., 2017]. Оценку сходства видового состава фитопланктона проводили, используя коэффициент Сёренсена-Чекановского [Мэгаррн, 1992].

Результаты и их обсуждение

В фитопланктоне исследованной акватории ЮО идентифицировано 49 таксонов водорослей: Bacillariophyta – 40, Dinophyta – 3 таксона, Cyanoprokaryota – 2, Chrysophyta (Silicoflagellates), Haptophyta, Cryptophyta и предположительно красные водоросли – по 1. Набор видов в фитопланктоне был типичен для

этих областей ЮО. Водоросли представлены видами разного размера (от 5 до 280 мкм) и включают не идентифицированные мелкоразмерные диатомовые и кокки.

Фитопланктон на станциях различался как по числу (от 5 до 22 таксонов) и набору видов, так и по вкладу отдельных видов и групп в общую численность и биомассу планктона. Виды диатомовых водорослей, подсчитанные и идентифицированные с помощью оптической микроскопии, приведены в таблице и на рис. 2 и 3. Доминантными видами, составляющими более 10% популяции водорослей планктона более чем на одной станции, являются лишь 5 родов (*Fragilariopsis*, *Chaetoceros*, *Actinocyclus*, *Corethron* и *Phaeocystis*).

Наиболее разнообразен из диатомовых водорослей род *Fragilariopsis*, отмеченный на всех станциях изученного района, что является типичным для вод Антарктики. В изученной акватории род *Fragilariopsis* представлен 9 видами (*F. curta*, *F. cylindrus*, *F. ritscheri*, *F. obliquecostata*, *F. rhombica*, *F. pseudonana*, *F. separanda*, *F. kerguelensis*, *F. nana*) (таблица, рис. 2).

Состав видов фитопланктона ЮО на станции 3 и разрезах 1–3

[Phytoplankton species composition of the Southern Ocean (SO) at Station 3 and Transects 1-3]

Водоросли	P1	P2	P3	Станция 3
Bacillariophyta				
<i>Achnanthes</i> sp.	+	+	–	–
<i>Actinocyclus actinochilus</i> (Ehrenberg) Simonsen	+	+	–	+
<i>Actinocyclus</i> sp.	+	+	+	–
<i>Asteromphalus hookeri</i> Ehrenberg	–	+	–	–
<i>Asteromphalus</i> spp.	–	+	–	–
<i>Azpeitia</i> sp.	+	+	+	–
<i>Chaetoceros</i> spp.	–	+	–	+
<i>Chaetoceros dictyota</i> Ehrenberg	+	+	–	–
<i>Cocconeis</i> sp.	+	–	–	–
<i>Corethron pennatum</i> (Grunow) Ostefeld	+	+	–	–
<i>Corethron</i> sp.	+	–	–	–
<i>Coscinodiscus oculoides</i> Karsten	+	+	+	–
<i>Diatama</i> sp.	+	–	–	–
<i>Entomoneis</i> sp.	–	–	–	+
<i>Eucampia antarctica</i> (Castracane) Mangin	–	+	–	–
<i>Fragilariopsis curta</i> (van Heurck) Hustedt	+	+	+	+
<i>Fragilariopsis cylindrus</i> (Grunow) Krieger	+	+	–	+
<i>Fragilariopsis nana</i> (Stemann Nielsen) Paasche	+	+	+	–
<i>Fragilariopsis kerguelensis</i> (O'Meara) Hustedt	+	+	–	–
<i>Fragilariopsis obliquecostata</i> (van Heurck) Heiden	+	+	–	+
<i>Fragilariopsis pseudonana</i> (Hasle) Hasle	+	+	–	–
<i>Fragilariopsis rhombica</i> (O'Meara) Hustedt	+	+	+	–
<i>Fragilariopsis separanda</i> Hustedt	–	+	–	–
<i>Fragilariopsis ritscheri</i> Hustedt	+	+	+	–
<i>Haslea</i> sp.	–	+	–	–
<i>Lioloma pacificum</i> (Cupp) Hasle	+	–	–	–
<i>Navicula</i> sp.	+	+	–	–
<i>Nitzschia</i> sp.	+	+	+	–
<i>Odontella</i> sp.	+	–	–	–
<i>Porosira</i> sp.	–	+	–	–
<i>Pseudo-nitzschia seriata</i> (Cleve) H.Peragallo	+	+	+	–
<i>Pseudo-nitzschia subcurvata</i> (G.R.Hasle) G.A.Fryxell Hasle	+	+	–	–
<i>Pseudo-nitzschia</i> sp.	–	–	+	+
<i>Rhizosolenia</i> sp.	–	–	–	+
<i>Skeketonema</i>	+	+	–	–
<i>Thalassionema synedriforme</i> (Greville) Hasle	+	+	–	–
<i>Thalassiosira lentiginosa</i> (Janisch) Fryxell	+	+	+	+
<i>Thalassiosira antarctica</i> Comber	+	+	+	+
<i>Thalassiosira</i> sp.	+	–	–	–
Не идентифицированные центрические	+	+	+	+

Водоросли	P1	P2	P3	Станция 3
Cryptophyta				
<i>Cryptomonas</i> spp.	–	+	–	–
Dinophyta				
<i>Gymnodinium</i> spp.	+	+	+	–
<i>Preperidinium</i>	+	–	–	–
<i>Prorocentrum</i> sp.	–	–	+	–
Chrysophyta /Silicoflagellates				
<i>Dictyocha speculum</i> Ehrenberg	+	+	–	–
Cyanoprokaryota				
cf. <i>Anabaena</i> sp.	+	–	+	–
<i>Lyngbya</i> sp.	+	–	–	+
Нартопфита				
<i>Phaeocystis</i> sp.	+	+	+	–
Rhodophyta				
<i>Helminthora</i> sp.	–	–	+	–
Не идентифицированные кокки	+	+	+	+
Всего	35	34	17	12

Пространственное распределение фитопланктона неоднородно, численность фитопланктона исследованных нами акваторий ЮО изменялась от 3.9 до 264 тыс. кл./л и в целом соответствует результатам, полученным другими авторами [Andreoli, Tolomio, Moro et al., 1990; Kang, Fryxell, 1993; Riaux-Gobin et al., 2000, 2003; Fonda, Monti, Bergamasco et al., 2005; Cefarelli, Vernet, Ferrario, 2011].

В планктоне разреза 1 выявлено 35 таксонов водорослей с преобладанием Bacillariophyta (29 представителей). Присутствуют водоросли отделов Cyanoprokaryota и Dinophyta – по 2 вида, Нартопфита представлены видом *Phaeocystis antarctica* и силикофлагеллаты (Chrysophyta) – космополитом *Dictyocha speculum*. По профилю разреза разнообразие планктона уменьшалось от шельфа (ст. 4) к глубоководному району (ст. 9) более чем в 3 раза. На ст. 4 (21 таксон) многочисленны виды рода *Fragilariopsis* (53% общей численности фитопланктона), *Corethron* (13%) и *Chaetoceros* (10%), типичного для прибрежных вод (рис. 3). На ст. 7 основу численности фитопланктона формировали также представители родов *Fragilariopsis* (50%) и *Actinocyclus* (20%). Помимо Bacillariophyta, здесь отмечено значительное увеличение численности *Phaeocystis antarctica* (15%) и динофитовых водорослей (5%). В северной части разреза на ст. 9 выявлено всего 9 таксонов водорослей. Вклад диатомовых водорослей в общую численность составил 47%, при доминировании видов *Corethron* (30%) и *Fragilariopsis* (15%). Также на этой станции присутствовали мелкие неидентифицированные кокки (20% численности фитопланктона). Распределение фитопланктона неравномерно по разрезу, на ст. 7 в середине разреза происходит двукратное падение общей численности водорослей (рис. 4).

На разрезе 2 выявлены представители 5 отделов водорослей: Bacillariophyta – 30 таксонов, Dinophyta, Cryptophyta, Нартопфита и Chrysophyta (силикофлагеллаты) – по 1 представителю. Разнообразие флоры увеличивалось от южной ст. 10 (16 таксонов, представлены диатомовыми водорослями), расположенной в 35 км от фронта шельфового ледника Корделла-Халла, к ст. 21 (22 таксона), расположенной в глубоководной части разреза. Для станций разреза выявлен доста-

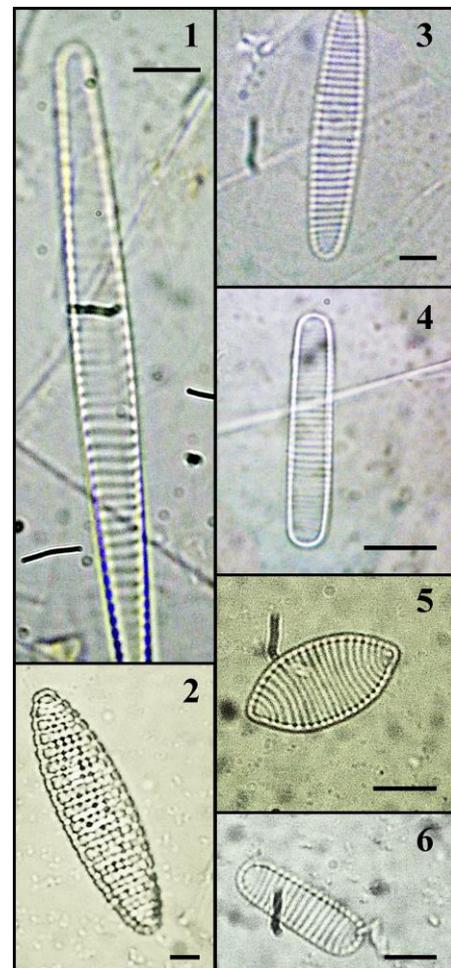


Рис. 2. Представители рода *Fragilariopsis*. Линейка 10 мкм:

[Representatives of the genus *Fragilariopsis*. Scale bar 10 μ m:]

1 – *F. obliquecostata*, 2 – *F. kerguelensis*,
3 – *F. ritscheri*, 4 – *F. cylindrus*, 5 – *F. rhombica*, 6 – *F. curta*

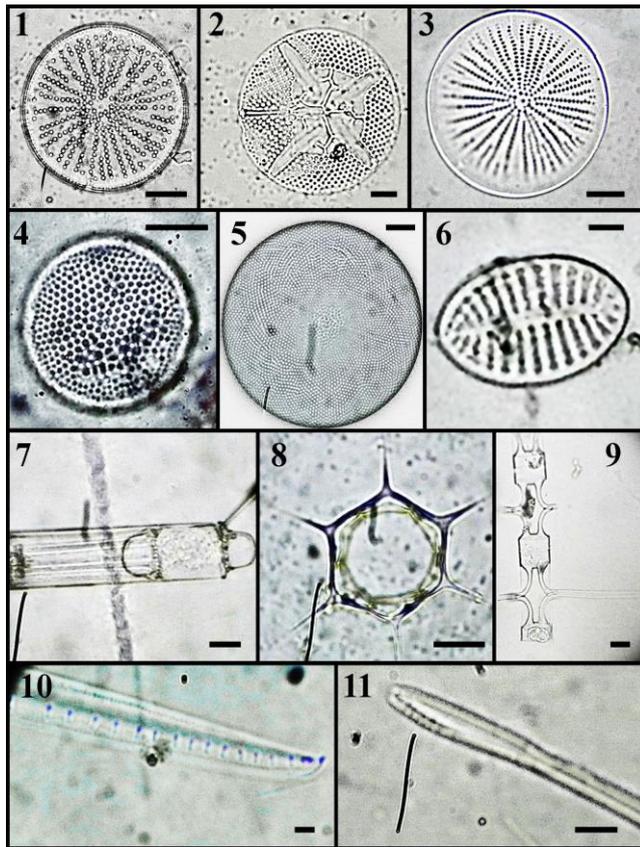


Рис. 3. Типичные представители фитопланктона ЮО. Линейка 10 мкм:
[Typical phytoplankton representatives of SO. Scale bar 10 µm:]

1 – *Actinocyclus actinochilus*, 2 – *Asteromphalus* sp., 3 – *Actinocyclus* sp., 4 – *Azpeitia* sp., 5 – *Thalassiosira* sp., 6 – *Cocconeis* sp., 7 – *Corethron pennatum*, 8 – *Dictyocha speculum*, 9 – *Chaetoceros dichæta*, 10 – *Nitzschia* sp., 11 – *Thalassionema synedriforme*

точно однородный состав фитопланктона с индексом сходства 58%. Для всего разреза характерно массовое развитие диатомовых водорослей. Основу альгоценозов формируют виды рода *Fragilariopsis* (*F. curta* (Van Heurck) Hustedt, *F. cylindrus* (Grun. ex Cleve) Helmcke et Krieger, *F. ritscheri* Hust.), создающие от 60 до 90% суммарной численности фитопланктона. На всех станциях присутствовали представители родов *Pseudonitzschia*, *Azpeitia*, *Actinocyclus*, *Talassiosira*. Лишь на отдельных станциях выявлены виды родов *Achnanthes*, *Chetoceros*, *Corethron*, *Porosira*, *Eucampia*. На ст. 22 доля диатомовых водорослей, в частности рода *Fragilariopsis*, резко снижалась, но развитие получал гаптофит – *Phaeocystis antarctica* (25%). Как правило, он массово развивается в более перемешанных [Orsi, Wiederwohl, 2009] открытых водах ЮО с низким содержанием железа [Tomas, Hasle, 1997; Mattson et al., 2012] с высокой освещённостью и низкой минерализацией [Garibotti, Vernet, Ferrario, 2003], что согласуется с данными по станциям разрезов 1 и 2. Численность фитопланктона на разрезе 2 изменялась от 100 до 250 тыс. кл./л с максимальными значениями на склоне шельфа (ст. 21) (рис. 4).

Фитопланктон разреза 3 представлен 17 таксонами водорослей: Bacillariophyta – 12, Dinophyta – 2, Цианопрокaryota – 1, *Phaeocystis antarctica* из Haptophyta и, предположительно, вид рода *Helminthora* из Rhodophyta, представленный обломками талломов. Минимальное число видов (5 таксонов) выявлено на ст. 27, разнообразнее планктон на ст. 33 – 10 представителей. Для станций разреза выявлено минимальное сходство видового состава фитопланктона 17% (индекс Сёренсена-Чекановского). Про-

странственное распределение неоднородно. Численность фитопланктона уменьшилась по разрезу более, чем в 2 раза. Наиболее высокие показатели количественного развития фитопланктона (113 тыс. кл./л) получены

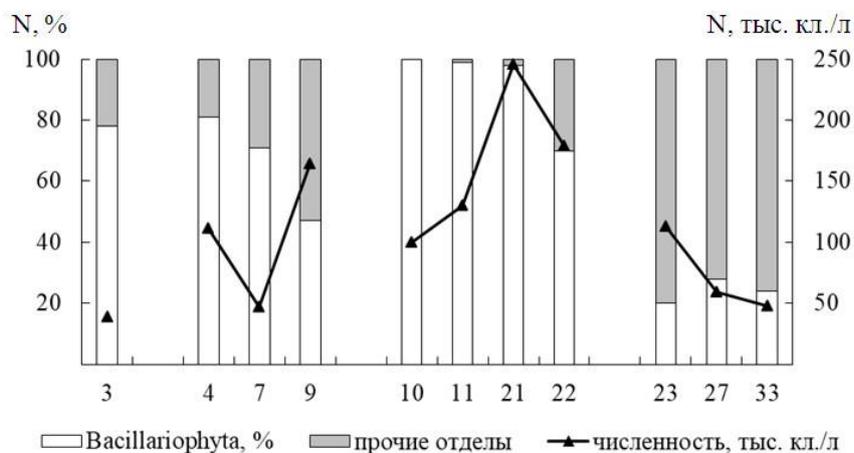


Рис. 4. Общая численность водорослей и вклад диатомовых в структуру фитопланктона ЮО в районе исследований

[General algae abundance and diatoms contribution into the phytoplankton structure of SO in the study area]

для северной части разреза (ст. 23). Доминантные виды отличались на разных станциях разреза: ст. 23 – *Phaeocystis antarctica* (до 70% численности фитопланктона), на ст. 27 – *Fragilariopsis ritscheri* (25%) и *P. antarctica* (30%), на ст. 33 – представитель, предположительно отнесенный к отряду Rhodophyta (38%) и *F. rhombica* (20%). Развитие *P. antarctica* для створа разреза 3 (станция 23), в отличие от его наличия на станциях разрезов 1 и 2, может быть связано с сезонным замещением диатомей при истощении питательных веществ после их цветения, либо расположением разреза в зоне влияния различных водных масс морей Уэдделла и Беллингаузена.

В планктоне станции 3 было идентифицировано 12 таксонов водорослей: Bacillariophyta (11 представителей) и один таксон Суаноргокагуота. Численность фитопланктона составляла в среднем 39 тыс. кл./л, ее основу формировали представители рода *Fragilariopsis* (*F. cylindrus*, *F. curta*, *F. obliquicostata*) – 78% от общей.

При рассмотрении видовой структуры фитопланктона изученной акватории отмечено его незначительное сходство, на уровне 30%. Максимальное сходство водорослей выявлено для шельфовых станций разных районов – $43 \pm 7\%$ (4, 10, 23, 33), на глубоководных станциях вдвое меньше $20 \pm 1\%$ (9, 21, 22, 27).

Заключение

Наше исследование представляет собой только разовый сбор планктона в малоисследованном районе ЮО и является важным для уточнения состава видов и количественного развития планктона. В фитопланктоне изученной акватории ЮО выявлено невысокое видовое разнообразие: 49 таксонов, из которых 39 – диатомовые водоросли. Они в поверхностном слое воды изученной акватории Западной Антарктики имеют разнородный состав (индекс сходства 30%), отличаются численным соотношением видов, что, очевидно, определяется разными глубинами, удалённостью от берега, солёностью и гидродинамикой. Однако для изучения связи планктона с параметрами среды и вертикального распределения водорослей необходимо проведение дальнейших исследований. Нами отмечено широкое распространение (на всех станциях) и разнообразие рода *Fragilariopsis* (9 видов), типичного для вод Антарктики, и его значительная роль в формировании фитопланктона (около 80% общей численности на ст. 3 10 и 11). В целом, для изученной акватории диатомовые водоросли формировали основу фитопланктона, составляя 50–90% общей численности. Наиболее значимыми родами из диатомей являлись *Fragilariopsis*, *Corethron*, *Chaetoceros* и *Actinocyclus*. На станциях 7, 22, 23 и 27 развитие получил также *Phaeocystis antarctica*, создающий 15–25% общей численности фитопланктона. Для станции 33 отмечен нехарактерный для этого района представитель рода *Helminthora*, достигающий значительной численности. Полученные значения общей численности фитопланктона исследованной акватории (ст. 3, P1–3) колебались в пределах $4–25 \times 10^4$ кл./л, не выходя за пределы приводимых в литературе данных.

Список источников

1. Антипов Н.Н., Кашин С.В., Молчанов М.С. Океанографические исследования Южного океана в 14-м рейсе НЭС «Академик Трёшников» // Российские полярные исследования. 2020. № 2. С. 32–35.
2. Герасимюк В.П. Водоросли прибрежных вод и внутренних водоемов острова Галиндез (архипелаг Аргентинские острова, Антарктика) // Альгология. 2008. Т. 18, № 1. С. 58–71.
3. Гогорев Р.М. Таксономический состав планктонных и ледовых водорослей в водах Антарктики (2006–2007 гг.) // Новости систематики низших растений. 2009. Т. 43. С. 36–49.
4. Гогорев Р.М. Новые данные о морфологии и таксономии видов *Fragilariopsis* (Bacillariophyta) из Южного океана // Новости систематики низших растений. 2010. Т. 44. С. 39–55.
5. Гогорев Р.М. Центрические диатомовые (Bacillariophyta) из Южного океана // Новости систематики низших растений. 2013. Т. 47. С. 37–53.
6. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М., 1975. 239 с.
7. Мэгаррн Э. Экологическое разнообразие и его измерение. М.: Мир, 1992. 184 с.
8. Сёмина Г.И., Голикова Г.С., Нагаева Г.А. Фитопланктон южной части Атлантического океана в ноябре-декабре 1971 г. // Океанический фитопланктон и первичная продукция: сб. статей. М.: Наука, 1982. С. 5–19.
9. Almandoz G.O., Fabro E., Ferrario M. et al. Species occurrence of the potentially toxigenic diatom genus *Pseudonitzschia* and the associated neurotoxin domoic acid in the Argentine Sea // Harmful Algae. 2017. Vol. 63. P. 45–55.
10. Andreoli C., Tolomio C., Moro I. et al. Diatoms and dinoflagellates in Terra Nova Bay (Ross Sea-Antarctica) during austral summer 1990 // Polar Biol. 1995. Vol. 15. P. 465–475.
11. Cefarelli A.O., Ferrario M.E., Almandoz G.O. et al. Diversity of the diatom genus *Fragilariopsis* in the Argentine Sea and Antarctic waters: morphology, distribution and abundance // Polar. Biol. 2010. Vol. 33. P. 1463–1484.
12. Cefarelli A.O., Vernet M., Ferrario M.E. Phytoplankton composition and abundance in relation to free-floating Antarctic icebergs // Deep-Sea Research II. 2011. Vol. 58. P. 1436–1450.

13. Dotto T.S. et al. A novel hydrographic gridded data set for the northern Antarctic Peninsula // *Earth Syst. Sci. Data*. 2021. Vol. 13. P. 671–696.
14. Fonda U.S., Monti M., Bergamasco A. et al. Plankton community structure and dynamics versus physical structure from Terra Nova Bay to Ross Ice Shelf (Antarctica) // *J. Mar. Syst.* 2005. Vol. 55. P. 31–46.
15. Garibotti I.A., Vernet M., Ferrario M.E. Phytoplankton spatial distribution patterns along the western Antarctic Peninsula (Southern Ocean) // *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 2003. Vol. 261. P. 21–39.
16. Gogorev R.M., Samsonov N.I. The genus *Chaetoceros* (Bacillariophyta) in Arctic and Antarctic // *Новости систематики низших растений*. 2016. Т. 50. С. 56–111.
17. Hoppenrath M., Elbrächter M., Drebes G. *Marine Phytoplankton – selected microplankton species from the North Sea around Helgoland and Sylt*. Stuttgart: Schweizerbart, 2009. 264 p.
18. Kang S.-H., Fryxell G.A. Phytoplankton in the Weddell Sea, Antarctica: composition, abundance and distribution in water-column assemblages of the marginal ice-edge zone during austral autumn // *Marine Biology*. 1993. Vol. 116. P. 335–348.
19. Kopczyńska E.E., Weber L.H., El-Sayed S.Z. Phytoplankton species composition and abundance in the Indian sector of the Antarctic ocean // *Polar. Biol.* 1986. Vol. 6. P. 161–169.
20. Mangoni O., Saggiomo V., Bolinesi F. et al. Phytoplankton blooms during austral summer in the Ross Sea, Antarctica: Driving factors and trophic implications // *PLoS ONE*. 2017. Vol. 12, № 4. e0176033. doi: 10.1371/journal.pone.0176033.
21. Mattson E. et al. The relationship between biophysical variables and halocarbon distributions in the waters of the Amundsen and Ross Seas, Antarctica // *Marine Chemistry*. 2012. doi: 10.1016/j.marchem.2012.07.002.
22. Mendes C.R.B., Souza M.S., Garcia V.M.T. et al. Dynamics of phytoplankton communities during late summer around the tip of the Antarctic Peninsula // *Deep-Sea Research I*. 2012. Vol. 65. P. 1–14.
23. Orsi A.H., Wiederwohl C.L. A recount of Ross Sea waters // *Deep-Sea Research II*. 2009. Vol. 56. P. 778–795.
24. Riaux-Gobin C. et al. Land-fast ice microalgal and phytoplanktonic communities (Ade'lie Land, Antarctica) in relation to environmental factors during ice breakup // *Antarctic Sci.* 2003. Vol. 15. P. 353–364.
25. Riaux-Gobin C. et al. Nutrients, algal biomass and communities in land-fast ice and seawater off Ade'lie Land (Antarctica) // *Antarctic Sci.* 2000. Vol. 12. P. 160–171.
26. Rozema P.D., Venables H.J., Poll W.H. et al. Interannual variability in phytoplankton biomass and species composition in northern Marguerite Bay (West Antarctic Peninsula) is governed by both winter sea ice cover and summer stratification // *Limnology and Oceanography*. 2017. Vol. 62, № 1. P. 235–252.
27. Saggiomo M., Poulin M., Mangoni O. et al. Spring-time dynamics of diatom communities in landfast and underlying platelet ice in Terra Nova Bay, Ross Sea, Antarctica // *J. Mar. Syst.* 2017. Vol. 166. P. 26–36.
28. Smetacek V., Nicol S. Polar ocean ecosystems in a changing world // *Nature*. 2005. Vol. 437. P. 362–368.
29. Thomas D.N., Dieckmann G.S. Antarctic sea ice – a habitat for extremophiles // *Science*. 2002. Vol. 295. P. 641–644.
30. Tomas C.R., Hasle G.R. *Identifying marine phytoplankton*. San Diego: Academic Press, 1997. 858 p.

References

1. Antipov N.N., Kashin S.B., Molchanov M.S. [Oceanographic studies of the Southern Ocean during the 14 cruise of IBRV Akademik Tryoshnikov]. *Rossijskie poljarnye issledovanija*. No 2 (2020): pp. 32-35. (In Russ.).
2. Gerasimiuk V.P. [Algae of marine littoral and inland water bodies of Galindez Island (Argentine Islands, Antarctic)]. *Algologija*. V. 18, No 1 (2008): pp. 58-71. (In Russ.).
3. Gogorev R.M. [Taxonomic composition of planktonic and ice algae in Antarctic waters (2006-2007 studies)]. *Novosti sistematiki nizšich rastenij*. V. 43 (2009): pp. 36-49. (In Russ.).
4. Gogorev R.M. [New data on morphology and taxonomy of the *Fragilariopsis* species (Bacillariophyta) from the Antarctic Ocean]. *Novosti sistematiki nizšich rastenij*. V. 44 (2010): pp. 39–55. (In Russ.).
5. Gogorev R.M. [Centric diatoms (Bacillariophyta) from the Antarctic ocean]. *Novosti sistematiki nizšich rastenij*. V. 47 (2013): pp. 37-53. (In Russ.).
6. *Metodika izučenija biogeocenoza vnutrennich vodoëmov* [Methods of studying of inland reservoirs biogeocenoses]. Moscow, 1975, 239 p. (In Russ.).
7. Megarn E. *Èkologičeskoe raznoobrazie i ego izmerenie* [Ecological diversity and its measurement]. Moscow, Mir Publ., 1992. 184 p. (In Russ.).
8. Sëmina G.I., Golikova G.S., Nagaeva G.A. [Phytoplankton of the south part of Atlantic Ocean in November-December 1971]. *Okeaničeskij fitoplankton i pervičnaja produkcija* [Ocean phytoplankton and primary production: collection of articles]. Moscow, Nauka Publ., 1982,; pp. 5-19. (In Russ.).
9. Almandoz G.O., Fabro E., Ferrario M. et al. Species occurrence of the potentially toxigenic diatom genus *Pseudonitzschia* and the associated neurotoxin domoic acid in the Argentine Sea. *Harmful Algae*. V. 63 (2017): pp. 45-55.
10. Andreoli C., Tolomio C., Moro I. et al. Diatoms and dinoflagellates in Terra Nova Bay (Ross Sea-

Antarctica) during austral summer 1990. *Polar Biol.* V. 15 (1995): pp. 465-475.

11. Cefarelli A.O., Ferrario M.E., Almandoz G.O. et al. Diversity of the diatom genus *Fragilariopsis* in the Argentine Sea and Antarctic waters: morphology, distribution and abundance. *Polar. Biol.* V. 33 (2010): pp. 1463-1484.

12. Cefarelli A.O., Vernet M., Ferrario M.E. Phytoplankton composition and abundance in relation to free-floating Antarctic icebergs. *Deep-Sea Research II.* V. 58 (2011): pp. 1436-1450.

13. Dotto T.S., Mata M.M., Kerr R., Garcia C.A.E. A novel hydrographic gridded data set for the northern Antarctic Peninsula. *Earth Syst. Sci. Data.* V. 13 (2021): pp. 671-696.

14. Fonda U.S., Monti M., Bergamasco A. et al. Plankton community structure and dynamics versus physical structure from Terra Nova Bay to Ross Ice Shelf (Antarctica). *J. Mar. Syst.* V. 55 (2005): pp. 31-46.

15. Garibotti I.A., Vernet M., Ferrario M.E. Phytoplankton spatial distribution patterns along the western Antarctic Peninsula (Southern Ocean). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* V. 261 (2003): pp. 21-39.

16. Gogorev R.M., Samsonov N.I. The genus *Chaetoceros* (Bacillariophyta) in Arctic and Antarctic // *Novosti Sist. Nizšich Rast.* V. 50 (2016): pp. 56-111.

17. Hoppenrath M., Elbrächter M., Drebes G. Marine Phytoplankton – selected microplankton species from the North Sea around Helgoland and Sylt. Stuttgart, Schweizerbart, 2009. 264 p.

18. Kang S.-H., Fryxell G.A. Phytoplankton in the Weddell Sea, Antarctica: composition, abundance and distribution in water-column assemblages of the marginal ice-edge zone during austral autumn. *Marine Biology.* V. 116 (1993): pp. 335-348.

19. Koczyńska E.E., Weber L.H., El-Sayed S.Z. Phytoplankton species composition and abundance in the Indian sector of the Antarctic ocean. *Polar. Biol.* V. 6 (1986): pp. 161-169.

20. Mangoni O., Saggiomo V., Bolinesi F. et al. Phytoplankton blooms during austral summer in the Ross Sea, Antarctica: Driving factors and trophic implications. *PLoS ONE.* V. 12, No 4 (2017): e0176033. doi: 10.1371/journal.pone.0176033.

21. Mattson E., Karlsson A., Smith W.O.J., Abrahamsson K. The relationship between biophysical variables and halocarbon distributions in the waters of the Amundsen and Ross Seas, Antarctica. *Marine Chemistry.* 2012. doi: 10.1016/j.marchem.2012.07.002.

22. Mendes C.R.B., Souza M.S., Garcia V.M.T. et al. Dynamics of phytoplankton communities during late summer around the tip of the Antarctic Peninsula. *Deep-Sea Research I.* V. 65 (2012): pp. 1-14.

23. Orsi A.H., Wiederwohl C.L. A recount of Ross Sea waters. *Deep-Sea Research II.* V. 56 (2009): pp. 778-795.

24. Riaux-Gobin C., Poulin M., Prodon R., Tre'guer P. Land-fast ice microalgal and phytoplanktonic communities (Ade'lie Land, Antarctica) in relation to environmental factors during ice breakup. *Antarctic Sci.* V. 15 (2003): pp. 353-364.

25. Riaux-Gobin C., Tre'guer P., Poulin M., Ve'tion G. Nutrients, algal biomass and communities in land-fast ice and seawater off Ade'lie Land (Antarctica). *Antarctic Sci.* V. 12 (2000): pp. 160-171.

26. Rozema P.D., Venables H.J., Poll W.H. et al. Interannual variability in phytoplankton biomass and species composition in northern Marguerite Bay (West Antarctic Peninsula) is governed by both winter sea ice cover and summer stratification. *Limnology and Oceanography.* V. 62, No 1 (2017): pp. 235-252.

27. Saggiomo M., Poulin M., Mangoni O. et al. Spring-time dynamics of diatom communities in landfast and underlying platelet ice in Terra Nova Bay, Ross Sea, Antarctica. *J. Mar. Syst.* V. 166 (2017): pp. 26-36.

28. Smetacek V., Nicol S. Polar ocean ecosystems in a changing world. *Nature.* V. 437 (2005): pp. 362-368.

29. Thomas D.N., Dieckmann G.S. Antarctic sea ice – a habitat for extremophiles. *Science.* V. 295 (2002): pp. 641-644.

30. Tomas C.R. Identifying marine phytoplankton. San Diego, Academic Press, 1997. 858 p.

Статья поступила в редакцию 31.05.2022; одобрена после рецензирования 06.07.2022; принята к публикации 29.09.2022.

The article was submitted 31.05.2022; approved after reviewing 06.07.2022; accepted for publication 29.09.2022.

Информация об авторах

П. Г. Беляева – канд. биол. наук, ст. науч. сотр.;

Д. Ю. Шаравин – канд. биол. наук, мл. науч. сотр.

Information about the authors

P. G. Belyaeva – candidate of biology, senior researcher;

D. Yu. Sharavin – candidate of biology, junior research assistant.

Вклад авторов:

Беляева П. Г. – научное руководство; концепция исследования; написание исходного текста; итоговые выводы.

Шаравин Д. Ю. – сбор материала; пробоподготовка; подготовка графического материала; доработка текста; итоговые выводы.

Contribution of the authors:

Belyaeva P. G. – scientific management; research concept; writing the draft; final conclusions.

Sharavin D. Y. – sample collection and preparation; follow on revision of the text; final conclusions.