

УДК [551.465:581.526.325](269.4)“322”

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ТЕРМОХАЛИННЫХ ПАРАМЕТРОВ И СОСТАВА ФИТОПЛАНКТОНА ЗАПАДНОЙ АНТАРКТИКИ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД

© 2024 г. Д. Ю. Шаравин, П. Г. Беляева

Институт экологии и генетики микроорганизмов УрО РАН, Пермь, Российская Федерация

E-mail: dima-sharavin@yandex.ru

Поступила в редакцию 03.10.2022; после доработки 11.01.2023;
принята к публикации 19.02.2024; опубликована онлайн 20.05.2024.

В результате исследования пространственной изменчивости термохалинных характеристик (температура, солёность и растворённый кислород) и структуры фитопланктона (состав, численность и биомасса) Южного океана в летний период получены новые данные для малоизученного региона Антарктики — разрезов вдоль восточной границы моря Росса по меридиану 156° з. д. (P1, протяжённость 35 км, 6 станций) и вблизи станции Русская (P2, 87 км, 13 станций), а также одиночной станции (район острова Рузвельт) и пролива Брансфилд (P3, 118 км, 11 станций). Актуальность анализа этого региона обусловлена его расположением на границе шельфа и материкового склона с разными параметрами температуры и структуры вод. В поверхностных водах P1 и P2 выявлены низкая солёность и различные температурные характеристики — более низкие значения на P2 (–1,5 °C) и более высокие на P1 (0 °C). Для вод пролива Брансфилд (P3) получены типичные данные по солёности и содержанию кислорода, но несколько повышенные значения температуры (до +2 °C). На одиночной станции зарегистрирована относительно пресная, холодная и насыщенная кислородом вода верхнего 100-метрового слоя и отмечены низкие значения температуры придонной части, а также высокая минерализация. В составе фитопланктона исследованных районов определены 48 таксонов микроводорослей из 5 отделов (Bacillariophyta — 38, Dinophyta, Cyanoprokaryota и Chrysophyta — по 3, Naptophyta — 1) и 1 таксон макрофитов (Rhodophyta). Максимальное сходство видового состава фитопланктона (в среднем 43 %) характерно для шельфовых станций разных районов. Общая численность фитопланктона изученной акватории Южного океана колебалась в пределах 4,3–264,0 тыс. кл.·л^{–1}, биомасса — 0,07–1,18 мг·л^{–1}. Основной вклад в количественные характеристики фитопланктона во всей исследованной акватории вносили диатомовые водоросли, преимущественно представители рода *Fragilariopsis* Hustedt, приуроченные к шельфу и прибрежным районам. При удалении от берега и в открытом море на разрезах P1 и P2 глубже 50 м и в поверхностных водах на разрезе P3 отмечено массовое развитие вида *Phaeocystis antarctica* Karsten (Naptophyta). Для P2 выявлена зависимость численности фитопланктона от температуры и солёности воды.

Ключевые слова: Западная Антарктика, пролив Брансфилд, шельф, пространственная изменчивость, термохалинные параметры, фитопланктон

Южный океан (далее — ЮО) является одним из самых высокопродуктивных в мире, он крайне важен для глобальных циклов вещества на планете [Iida, Odate, 2014; Petrou et al., 2016; Varela et al., 2002]. За последние десятилетия температура в этом регионе повысилась более чем на 1 °C [Mangoni et al., 2017]. В водах, омывающих Антарктический полуостров, подобная температурная тенденция выражена наиболее сильно, что способствует разрушению

шельфовых ледников, отступлению ледового барьера, обнажению новых береговых местообитаний, а также изменению физико-химических свойств водной толщи и трансформации морских пищевых сетей [Mendes et al., 2012; Rozema et al., 2017].

Примерно 60 % поверхности ЮО свободны ото льда в течение всего года, и в этих водах лимитирующими первичную продукцию факторами являются освещённость и доступность железа и фосфора. Продуктивность водных масс остальных 40 % поверхности ЮО (~ 19 млн км²) сильно зависит от сезонного ледового покрова и регулируется сроками его отступления, обеспечивая 5–30 % первичной годовой продукции [Biggs et al., 2019; Moreau et al., 2020; Petrou et al., 2016]. Зональное распределение льда по широте, в свою очередь, влияет на места обитания фитопланктона и зоопланктона [Iida, Odate, 2014]. В богатых питательными веществами прибрежных водах Антарктики в составе фитопланктона выявлено 350 видов водорослей, а плотность клеток при цветении достигает 10⁸ на 1 л [Deppeler, Davidson, 2017].

Накоплен значительный объём данных о пространственном и сезонном распределении, а также о биоразнообразии фитопланктона вод ЮО к западу от Антарктического полуострова (Южные Шетландские острова, пролив Брансфилд и море Беллинсгаузена). Достаточно полная исследованность западной части моря Росса и эпизодическая — моря Амундсена обусловлены наличием стабильных полыней в летний период, а также расположением поблизости круглогодичных антарктических станций. Малоизученным остаётся фитопланктон акватории от мыса Колбек (полуостров Эдуарда VII, 158° з. д.) до мыса Дарт (западная часть моря Амундсена, 126° з. д.) между морями Росса и Амундсена, в районе станции Русская, где и были выполнены наши исследования на разрезах P1 и P2. Данный район интересен с океанографической точки зрения: он расположен в области, разграничивающей различные по температуре и структуре вод (на шельфе и материковом склоне) части Антарктики; также он испытывает влияние океанических и атмосферных циркуляций [Антипов и др., 2020].

Работа посвящена изучению пространственной изменчивости термохалинных параметров, состава и распределения фитопланктона Западной Антарктики в тихоокеанском секторе Южного океана от бухты Китовая (район острова Рузвельт) до мыса Бёркс (район станции Русская), а также в проливе Брансфилд в летний сезон.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Океанографические и альгологические наблюдения выполнены в ходе 65-й Российской антарктической экспедиции на НЭС «Академик Трёшников» с 06.02.2020 по 10.03.2020. По маршруту судна исследованы малоизученные акватории Западной Антарктики: станция 3 в юго-восточной части моря Росса (бухта Китовая) в 12 км севернее острова Рузвельт (78°41.13' ю. ш., 163°42.58' з. д., 06.02.2020); разрез 1 (P1), протяжённостью 35 км, состоявший из 6 станций, вдоль восточной границы моря Росса у мыса Колбек полуострова Эдуарда VII по меридиану 156° з. д. (07.02.2020); разрез 2 (P2), длиной 87 км, состоявший из 13 станций, в 450 км восточнее P1 (вблизи станции Русская), в 36 км от фронта шельфового ледника Корделла Халла, пересекавший практически весь шельф, относительно узкий в этом регионе (24.02.2020). Также в проливе Брансфилд (район антарктической станции Беллинсгаузен, 09.03.2020–10.03.2020) был выполнен 118-километровый разрез 3 (P3), состоявший из 11 станций. Схема района исследований приведена на рис. 1.

Глубоководные океанографические наблюдения проводили на 34 станциях с использованием зондирующего комплекса SBE 19plus (Sea-Bird Scientific), оборудованного рамой для крепления батометров, который позволяет получать непрерывные данные профилей температуры, солёности и давления на глубинах до 6000 м. Исходя из изменений температуры и солёности, для всех станции (с 5–8 горизонтов) определяли растворённый кислород сразу после поднятия батометра йодометрически, по методу Винклера [Шишкина, 1974].

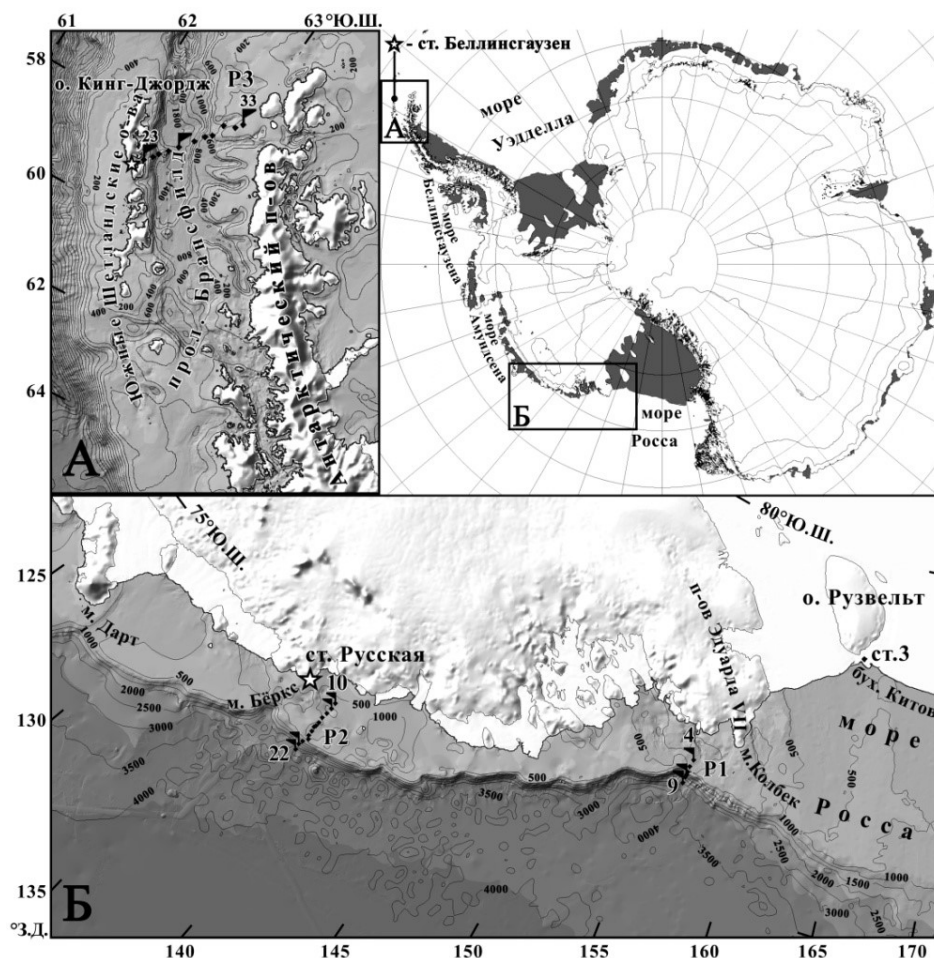


Рис. 1. Карта районов проведения исследований в Южном океане. А — разрез 3; Б — разрезы 1 и 2 и станция 3

Fig. 1. Map of the study area in the Southern Ocean. A, transect 3; B, transects 1 and 2 and station 3

Пробы воды объёмом 1–1,5 л сгущали с помощью воронки обратной фильтрации с использованием мембранных фильтров «Владипор» с диаметром пор 3,0 мкм и фиксировали формалином до конечной концентрации 1–2 %. На каждой станции отбор проб фитопланктона проводили батометрическим методом (подповерхностный слой, 10 м, 50 м, 100 м, а для ст. 10, 11 и 22 также 200 м). Данные по фитопланктону с глубины более 100 м в работе не учитывали в связи с их разрозненностью и с незначительной встречаемостью клеток водорослей. Обработку проб проводили в камере Нажотта объёмом 0,01 мл. Биомассу определяли счётно-объёмным методом. Постоянные препараты диатомовых водорослей готовили методом холодного сжигания смесью серной кислоты и хромовокислого калия с последующей заливкой высокопреломляющей смолой Naphrax [Методика изучения биогеоценозов, 1975]. Пробы анализировали под световым микроскопом Axiostar Plus (Carl Zeiss, Германия) при увеличении $\times 400$ и $\times 1000$ (масляная иммерсия). Доминантными считали виды с численностью ≥ 10 %. Таксономическую принадлежность водорослей различных групп устанавливали по определителям и публикациям о планктонной флоре Южного океана [Герасимюк, 2008; Гогорев, 2010, 2013; Carmelo, 1997; Cefarelli et al., 2010; Gogorev, Samsonov, 2016; Hoppenrath et al., 2009]. Оценку сходства видового состава фитопланктона проводили, используя коэффициент Сёренсена — Чекановского [Мэгарран, 1992]. Полученные данные обработали в программах SBE Data Processing [Sea-Bird Scientific, 2023] и Surfer 11 [2023], а также в статистическом пакете R для MS Office Excel [Новаковский, 2016].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Гидрологические особенности. Слой на одиночной ст. 3 до глубины 100 м характеризовался наличием наиболее тёплых ($-1,19\text{ }^{\circ}\text{C}$), наименее солёных (32,8 PSU) и наиболее богатых кислородом ($7,7\text{ мл}\cdot\text{л}^{-1}$) вод. В более глубоких горизонтах солёность увеличивалась (до 34,24 PSU), а температура и содержание кислорода снижались (до $-1,93\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $6,39\text{ мл}\cdot\text{л}^{-1}$ соответственно) (рис. 2).

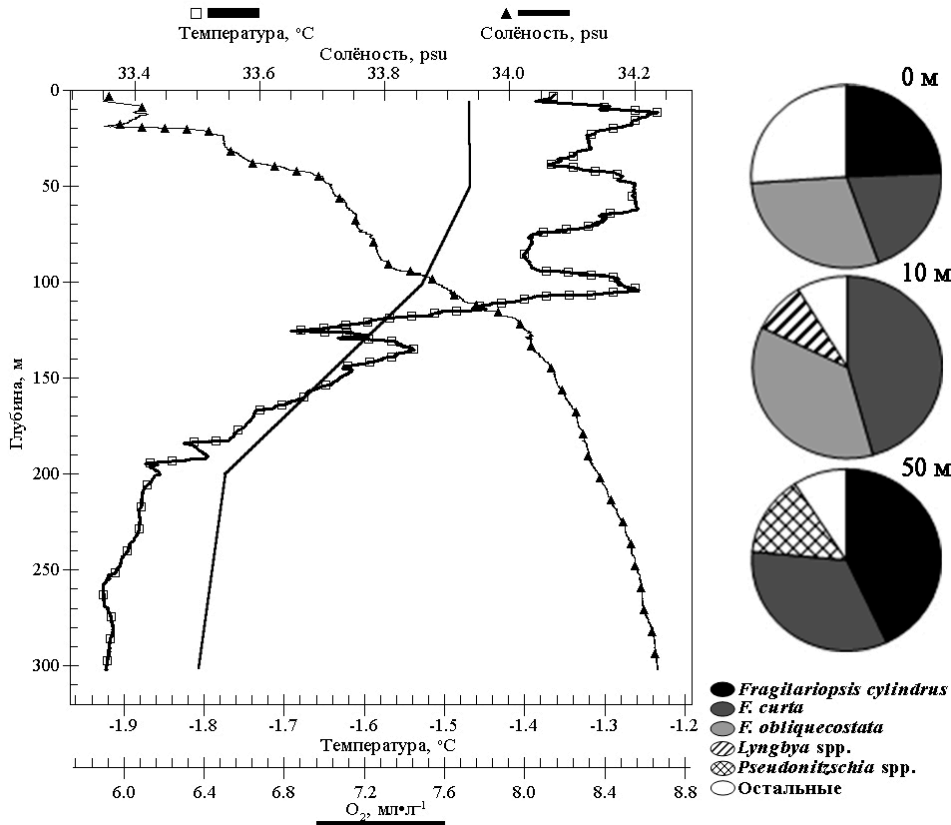


Рис. 2. Профиль вертикального распределения параметров температуры, солёности и концентрации кислорода, а также таксономический состав фитопланктона (на глубине до 50 м) на станции 3, район острова Рузвельт

Fig. 2. Vertical profile of temperature, salinity, and oxygen concentration at station 3 and phytoplankton taxonomic composition (in the upper 50-m layer), Roosevelt Island area

Верхний 500-метровый слой разреза P1 представлен водными массами с минимальной температурой до $-1,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ и солёностью 34 PSU и ниже. При этом он более насыщен кислородом ($> 6\text{ мл}\cdot\text{л}^{-1}$), чем слой циркумполярной глубинной воды ($4\text{ мл}\cdot\text{л}^{-1}$). На глубине до 50 м вода имела температуру около $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ при высоком содержании кислорода, $7,4\text{--}7,7\text{ мл}\cdot\text{л}^{-1}$. Существенная глубина перемешивания и одновременно низкая солёность верхнего горизонта позволяют объяснить большую мощность слоя влиянием продолжительных сильных ветров, характерных для региона (рис. 3).

P2 характеризовался более сложным рельефом дна, чем P1 (см. рис. 3). Здесь отмечены как локальные депрессии (с глубиной более 1000 м) в начале разреза, так и относительно мелководные участки (глубина до 400 м) в середине. Данный район, от мыса Колбек у восточной границы моря Росса до мыса Бёркс, имеет относительно узкий шельф и самый большой уклон материкового склона в западном секторе Антарктики [Антипов и др., 2020].

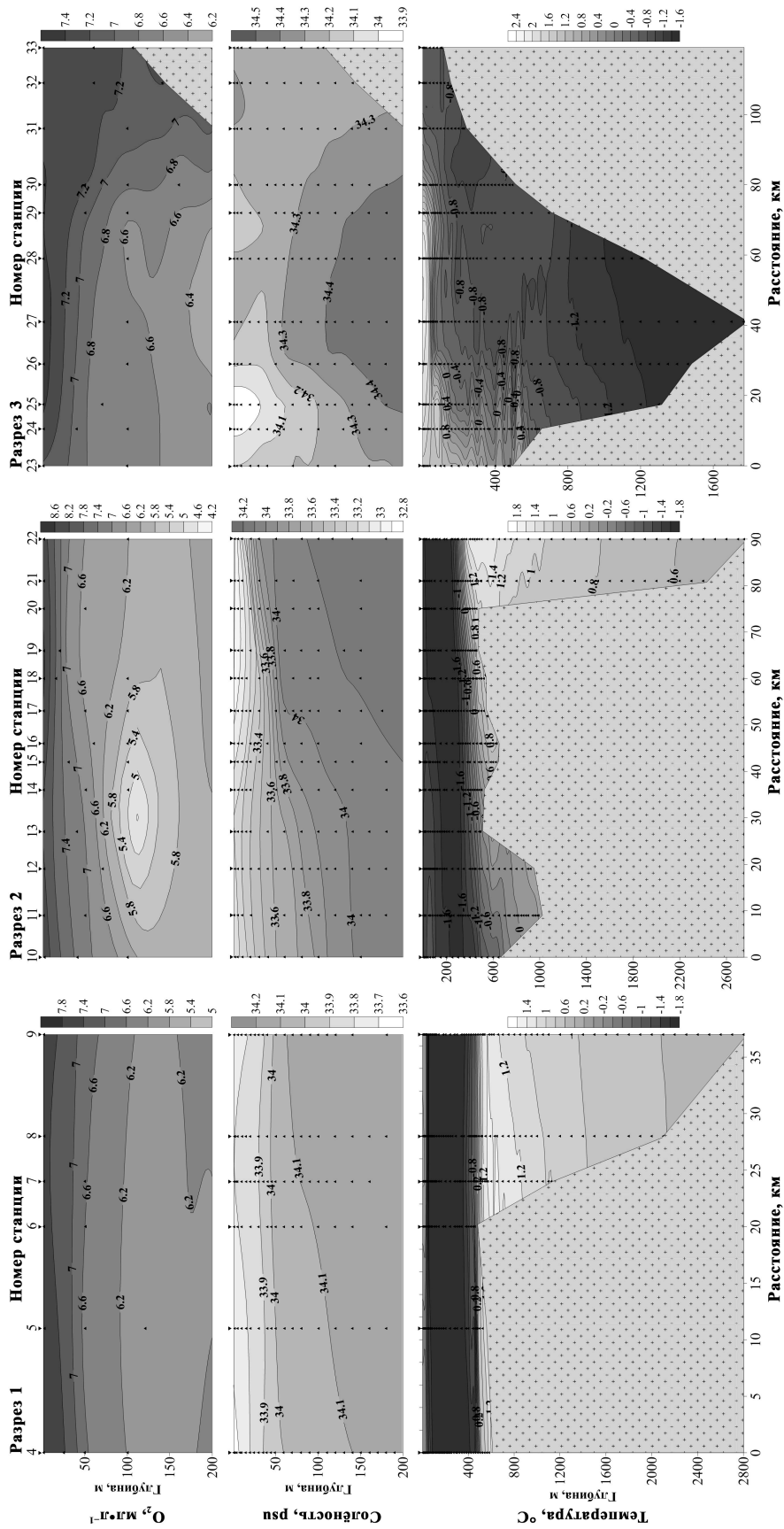


Рис. 3. Распределение параметров солёности (PSU), температуры (°C) и содержания кислорода (мл·л⁻¹) вдоль разрезов 1, 2 и 3. Содержание кислорода и солёность приведены до глубины 200 м

Fig. 3. Salinity (PSU), temperature (°C), and oxygen content (mL·L⁻¹) along transects 1, 2, and 3. Oxygen content and salinity are given down to depth of 200 m

Холодный (до $-1,79$ °C) слой с содержанием кислорода от 5 до 7 мл·л⁻¹ доходил на P2 до глубины 400–500 м. Слой водной массы до 50 м был более тёплым, особенно в створе разреза, с большим содержанием растворённого кислорода (8,0–8,7 мл·л⁻¹) и наименьшей минерализацией (32,8 PSU). Максимум температуры ($+1,56$ °C) и солёности (34,7 PSU) на разрезе наблюдали на расстоянии около 20 км от бровки, на глубине 450 м, при относительно низком содержании кислорода, $\sim 4,4$ мл·л⁻¹.

Район ЮО у северной оконечности Антарктического полуострова (P3, пролив Брансфилд) характеризовался неравномерным распределением термохалинных параметров. Кроме того, он отличался большим количеством островов и сложной топографией дна (рис. 1, 3).

На глубине до 100 м водные массы с температурой выше 0 °C были распространены практически до южного берега пролива. В северной части разреза преобладали тёплые (0...+2 °C), менее солёные и менее насыщенные кислородом воды, поступающие с юго-запада, из моря Беллинсгаузена. Положительные температуры сохранялись в водной толще глубиной до 500 м на протяжении 15 км от створа. В диапазоне 300–500 м насыщение кислородом составило 4,8–5,5 мл·л⁻¹ при минерализации 34,6 PSU. Холодные воды моря Уэдделла господствовали в районе, примыкающем к Антарктическому полуострову. В целом поверхностный слой характеризовался солёностью 34,0–34,5 PSU и содержанием кислорода 7,2–7,5 мл·л⁻¹, причём в южной части пролива этот слой простирался до большей глубины (рис. 3). Максимальная глубина на разрезе достигала 1770 м; воды были солёными (34,55 PSU) и относительно насыщенными кислородом (6,5–6,7 мл·л⁻¹), температура составляла $-1,5$ °C.

Пространственное распределение фитопланктона. Фитопланктон исследованных районов ЮО был представлен 49 видами и внутривидовыми таксонами водорослей. Отдел Bacillariophyta включал 38 представителей, из них наиболее разнообразен был род *Fragilariopsis* Hustedt: *Fragilariopsis curta* (Van Heurck) Hustedt, *F. cylindrus* (Grunow ex Cleve) Helmcke et Krieger, *F. ritscheri* Hustedt, *F. obliquecostata* (Van Heurck) Heiden, *F. rhombica* (O'Meara) Hustedt, *F. pseudonana* (Hasle) Hasle, *F. separanda* Hustedt и *F. kerguelensis* (O'Meara) Hustedt. Кроме того, в планктоне присутствовали Dinophyta, Цианопрокариота и Chrysophyta — по 3 представителя, а также Naptophyta и предположительно Rhodophyta — по 1 таксону. На станциях разрезов P1 и P2 и на одиночной ст. 3 набор видов водорослей в целом типичен для прибрежных районов Антарктиды: зарегистрированы виды родов *Fragilariopsis*, *Pseudo-nitzschia* H. Peragallo, *Azpeitia* M. Peragallo, *Actinocyclus* Ehrenberg, *Thalassiosira* Cleve, *Chaetoceros* Ehrenberg, *Corethron* Castracane, *Porosira* Jørgensen и *Eucampia* Ehrenberg. Наибольшее богатство видов характерно для поверхностных горизонтов при преобладании диатомовых водорослей (табл. 1). На P1 разнообразие сообществ фитопланктона снижалось по направлению от шельфа (ст. 4) к бровке (ст. 7) и к глубоководному району (ст. 9). На P2 разнообразие видового состава увеличивалось от южной ст. 10, в 35 км от фронта шельфового ледника Корделла Халла, к ст. 22, расположенной в глубоководной части. Здесь отмечен наиболее однородный состав фитопланктона (оценка сходства 58 % по коэффициенту Сёренсена — Чекановского). На P3 выявлено всего 17 таксонов водорослей, из них 12 — представители диатомовых. Минимальное разнообразие (по 3 вида) диатомей зафиксировано на ст. 23 и 27. На всех станциях этого разреза в водной толще отмечены обрывки талломов макрофитов, предположительно из рода *Helminthora* J. Agardh (Rhodophyta). Сходство фитопланктона по станциям разреза очень низкое — 17 %.

Для станций, однотипных по расположению относительно шельфа, на разных разрезах сходство видового состава фитопланктона максимально на шельфе — (43 ± 7) % (диапазон 23–64 %). Между станциями, находящимися в районе бровки, сходство ниже — (33 ± 5) % (диапазон 30–50 %). На глубоководных станциях оно минимально — (20 ± 1) % (диапазон 19–22 %) (рис. 4).

Сравнение состава фитопланктона внутри разрезов показало его сходство на глубоководных станциях и в районе бровки на уровне 30 %, на шельфовых и глубоководных станциях — 31 % (до 56 %), на шельфовых и станциях в районе бровки — 38 % (до 72 %).

Таблица 1. Состав фитопланктона на разных станциях разрезов 1–3 и на одиночной станции

Table 1. Phytoplankton composition at different stations of transects 1–3 and at the single station

Район	Номер станции	Число видов				Всего
		Bacillariophyta	Haptophyta	Rhodophyta	Прочие	
Разрез 1	4	18	1	–	2	21
	7	7	1	–	3	11
	9	6	–	–	3	9
	4–9	29	1	–	5	35
Разрез 2	10	16	–	–	–	16
	11	14	–	–	1	15
	21	20	–	–	2	22
	22	19	1	–	–	20
	10–22	30	1	–	3	34
Разрез 3	23	3	1	1	3	8
	27	3	1	1	–	5
	33	7	–	1	2	10
	23–33	12	1	1	3	17
Одиночная станция	3	11	–	–	1	12
Общее		38	1	1	9	49

Численность фитопланктона исследованной акватории ЮО колебалась в пределах 4,3–264,0 тыс. кл.·л⁻¹, биомасса — 0,07–1,18 мг·л⁻¹; основной вклад вносили диатомовые водоросли. Особенно высокие значения численности и биомассы выявлены на ст. 21 (P2) в менее солёных поверхностных слоях (рис. 5). Увеличение численности клеток на глубине 50 м отмечено на ст. 7 (P1) на границе слоёв с разной температурой и на ст. 11 (P2).

На ст. 3 основной вклад в численность (39 тыс. кл.·л⁻¹) и биомассу (0,10 мг·л⁻¹) фитопланктона вносили диатомеи рода *Fragilariopsis* (74 % общей численности). В поверхностном слое зафиксированы максимальные значения. К горизонту 50 м они снижались в 1,5 раза.

Средние значения численности фитопланктона на P1 составляли (107,4 ± 27,7) тыс. кл.·л⁻¹ при биомассе (0,55 ± 0,26) мг·л⁻¹. Кроме представителей рода *Fragilariopsis*, обильным развитием характеризовались *Corethron pennatum* (Grunow) Ostensfeld, *Thalassiosira lentiginosa* (Janisch) Fryxell и *Thalassiosira antarctica* Comber. Распределение сообщества фитопланктона, сформированного диатомеями и *Phaeocystis antarctica* Karsten (Haptophyta), в поверхностном слое воды показало резкое падение общей численности водорослей в середине разреза над склоном на ст. 7 и её увеличение на ст. 9. В середине разреза (ст. 7) на глубине 50 м зафиксирован пик развития микроводорослей (рис. 5), там численность была на 29 % сформирована *Ph. antarctica*.

В акватории P2 численность фитопланктона варьировала от 100 до 250 тыс. кл.·л⁻¹, биомасса — от 0,44 до 1,18 мг·л⁻¹. Максимальные значения отмечены над склоном (ст. 21) в поверхностном слое. Для всего разреза характерно массовое развитие представителей родов *Fragilariopsis* и *Thalassiosira*, а также видов *Pseudo-nitzschia seriata* (Cleve) H. Peragallo и *Thalassionema synedriiforme* (Greville) Hasle. *Ph. antarctica* выявлен только на конечной станции разреза (ст. 22) на глубине более 50 м, где формировал 25 % численности фитопланктона.

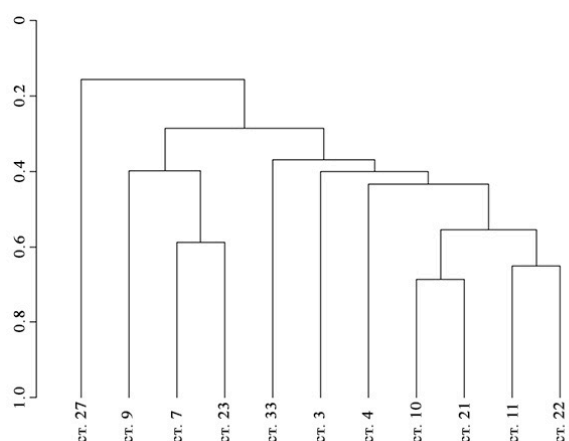


Рис. 4. Дендрограмма сходства видового состава микроводорослей на станциях районов исследования

Fig. 4. Similarity tree of algal species composition at the stations of the study area

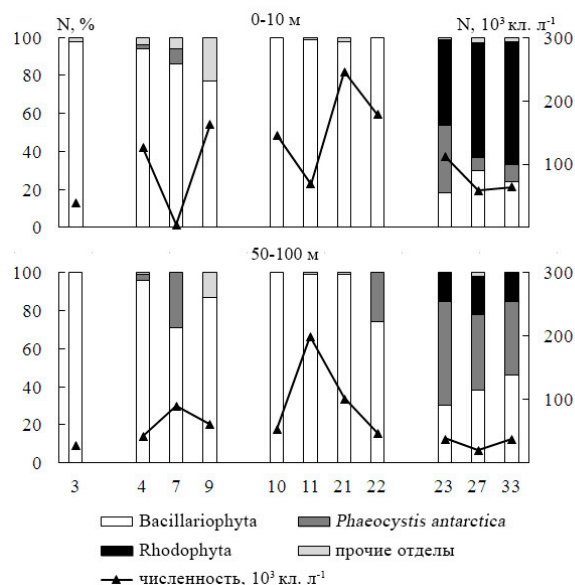


Рис. 5. Вклад Bacillariophyta, Rhodophyta и Haptophyta (в %) в общую численность фитопланктона на станциях районов исследования на горизонтах 0–10 и 50–100 м

Fig. 5. Bacillariophyta, Rhodophyta, and Haptophyta contribution (in %) into total abundance of phytoplankton at the stations of the study area in 0–10-m and 50–100-m layers

Средняя численность фитопланктона на РЗ составила $(73,1 \pm 16,4)$ тыс. кл.·л⁻¹ при биомассе $(0,09 \pm 0,01)$ мг·л⁻¹. Наиболее высокие показатели количественного развития микроводорослей зафиксированы на шельфе в северной части разреза (ст. 23), где в поверхностном слое основной вклад вносили представители Rhodophyta (45 %) и *Ph. antarctica* (36 %). На глубине 50 м вид *Ph. antarctica* формировал 55 % численности, а диатомовые водоросли (из родов *Fragilariopsis*, *Thalassiosira* и *Azpeitia*) — около 30 %, при этом доля красных водорослей на данной глубине стремительно падала (см. рис. 5).

Анализ связи степени развития фитопланктона и гидролого-гидрохимических параметров водных масс ЮО позволил выявить отрицательные зависимости плотности клеток водорослей от температуры и солёности воды (табл. 2). Коэффициенты корреляции значимы для связи численности фитопланктона и температуры воды на Р2 для поверхностных горизонтов и на Р1 и Р3 в столбе воды до 50 м.

Таблица 2. Коэффициенты корреляции гидролого-гидрохимических характеристик и численности фитопланктона районов исследования

Table 2. Correlation coefficients of thermohaline characteristics and phytoplankton abundance in the study area

Численность фитопланктона	Температура, °С	O ₂ , мг·дм ⁻³	Солёность, мг·дм ⁻³
Разрез 1, поверхность	-0,34	0,12	-0,98*
Разрез 1, средняя по горизонтам	-0,97*	0,37	-0,92*
Разрез 2, поверхность	-0,90*	0,25	-0,89*
Разрез 2, средняя по горизонтам	-0,43	0,81	-0,71*
Разрез 3, поверхность	0,42	-0,65	-0,91*
Разрез 3, средняя по горизонтам	-0,89*	0,41	-0,87*

Примечание: * — результаты достоверны при $p \leq 0,05$.

Note: * denotes results significant at $p \leq 0.05$.

Для всех разрезов — как для поверхностного слоя, так и для столба воды в целом — выявлена значимая зависимость численности фитопланктона от солёности, причём коэффициент корреляции для разных станций изменялся от $-0,63$ до $-0,98$. Коэффициенты корреляции численности водорослей с концентрацией растворённого в воде кислорода не были достоверными. Корреляционный анализ показал также закономерное увеличение богатства видов на станциях P2 с более низкой концентрацией солей ($0,79; p \leq 0,05$).

ОБСУЖДЕНИЕ

В последние годы существенно возрос объём данных по гидрологическим параметрам и структуре фитопланктона в акватории моря Амундсена [Bett et al., 2020; Jenkins et al., 2018; Mattson et al., 2012; Schofield et al., 2015; The Amundsen Sea Expedition, 2018] и моря Росса, особенно западной его части [Andreoli et al., 1995; Fonda et al., 2005; Guo et al., 2021; Kaufman et al., 2017; Mangoni et al., 2017; Mosby, 2013; Porter et al., 2019; Shields, 2007].

Опреснённая вода с более низкой температурой и высоким содержанием кислорода, по сравнению с таковыми по литературным данным (летом солёность обычно варьирует в пределах от 34,0 до 34,8 PSU, температура — от -1 до $+1$ °C), зарегистрирована на ст. 3, в непосредственной близости к шельфовому леднику [Mattson et al., 2012; Porter et al., 2019; Shields, 2007]. Для придонной части шельфа моря Росса (ст. 3), удалённой от желобов и затоков циркумполярной глубинной воды, низкие температуры вполне характерны, в отличие от невысокой минерализации [Porter et al., 2019].

Образование переохлаждённой плотной антарктической шельфовой воды между морями Росса и Амундсена (P1 и P2) не отмечено по данным 59-й и 65-й Российской антарктической экспедиции (2014 г.) [Антипов и др., 2020]. В зону P1 на шельф поступает солёная, но относительно тёплая циркумполярная глубинная вода, приносимая Антарктическим циркумполярным течением. Низкая солёность районов P1 и P2, зарегистрированная в 65-м рейсе НЭС, указывает, скорее всего, на длительное ветровое перемешивание и связана, возможно, с интенсивным таянием льда под влиянием модифицированной циркумполярной глубинной воды [Антипов и др., 2020; Schofield et al., 2015]. Также поступление этих водных масс может служить дополнительным источником биогенных элементов и способствовать массовому цветению, наблюдаемому в районе полыней моря Амундсена [Schofield et al., 2015]. Именно для фитопланктона на P1 и P2 нами выявлены самые высокие значения численности и биомассы.

Отличительной особенностью районов P1 и P2 является температура 50-метрового слоя — относительно тёплого (до 0 °C) на P1 и более холодного (около $-1,5$ °C) на P2. Отметим, что P2 расположен ближе к морю Амундсена, работы на этом разрезе были выполнены значительно позже. Обозначенные различия термохалинных параметров P1 и P2 определяются, вероятно, циклическостью гидрологических показателей, что указано в ряде публикаций по западному сектору Антарктики [Guo et al., 2021; Jenkins et al., 2018; The Amundsen Sea Expedition, 2018].

Полученные значения гидрологических параметров наиболее изученного района окрестностей Антарктического полуострова и Южных Шетландских островов (P3) согласуются с данными других исследователей [Cefarelli et al., 2011; Dotto et al., 2021; García et al., 2002; Garibotti et al., 2003; Hofmann et al., 1996; Mendes et al., 2012; Rozema et al., 2017; Varela et al., 2002]. Влияние Антарктического циркумполярного течения и приток вод моря Беллинсгаузена обеспечивали температуру выше нуля вплоть до глубины 400 м на протяжении 30 км от створа разреза. Слой мощностью до 200 м с температурой 0...+2 °C простирался практически по всему проливу Брансфилд. Анализ данных для обширного района от острова Элефант до архипелага Палмер, включая пролив Брансфилд, также показал, что самые тёплые воды традиционно сконцентрированы вдоль Южных Шетландских островов. Наиболее солёные водные массы располагаются как вдоль

Южных Шетландских островов, так и у Антарктического полуострова (вероятно, в зависимости от сезонных изменений) [García et al., 2002; Garibotti et al., 2003]. На P3 отмечен температурный максимум на глубине до 200 м, что также было описано ранее [Hofmann et al., 1996]. Прибрежные воды моря Уэдделла (восточнее Антарктического полуострова) солонее и плотнее, чем более тёплые воды вокруг Южных Шетландских островов. В южной части P3 нами зарегистрированы максимумы содержания кислорода вблизи северной части Антарктического полуострова и пролива Жерлаш, обусловленные влиянием водных масс моря Уэдделла [Dotto et al., 2021].

Сообщество фитопланктона в высоких широтах сформировано преимущественно представителями Bacillariophyta и Haptophyta, что типично для ЮО [Гогорев, 2010, 2013; Кузьменко, 2004; Gogorev, Samsonov, 2016; Nissen, Vogt, 2021]. Изменения видового состава и количественных характеристик фитопланктона, зафиксированные в наших исследованиях, могут быть связаны как с разным временем отбора проб (лето для P1 и P2, начало осени для P3) и особенностями расположения разрезов, так и с проникновением в районы работ вод различного происхождения, например циркумполярной глубинной воды или талой воды ледников.

Величины параметров численности и биомассы фитопланктона изученных нами акваторий ЮО не выходят за пределы приводимых в литературе значений от 1×10^3 до 1×10^6 кл. \cdot л $^{-1}$ [Andreoli et al., 1995; Cefarelli et al., 2011; Fonda et al., 2005; Kang, Fryxell, 1993]. Между тем летний сезон исследований характеризуется более узким разбросом величин, причём южным летом численность фитопланктона обычно выше, от 1×10^6 до 1×10^8 кл. \cdot л $^{-1}$ [Cefarelli et al., 2011; Deppeler, Davidson, 2017]. Наибольшей численности в фитопланктоне во всей обследованной нами акватории ЮО достигали диатомовые водоросли. Представители рода *Fragilariopsis* в целом типичны для вод ЮО [Carmelo, 1997; Cefarelli et al., 2010; Kennedy et al., 2019] и обильно развиваются как в толще воды, так и во льду, возле границы льда или в прибрежных районах. Их широкое распространение и развитие отмечены и в наших исследованиях. На некоторых станциях разрезов на глубине более 50 м выявлена высокая численность *Ph. antarctica* (15–39 % общей). По данным предыдущих исследований, интенсивная вегетация этого вида обусловлена его развитием в перемешанных и бедных железом открытых водах ЮО [Mendes et al., 2012; Petrou et al., 2016; Varela et al., 2002], с высокой освещённостью и низкой солёностью преимущественно в поверхностных слоях [Goffart et al., 2000; Schofield et al., 2015]. Сведения о развитии именно диатомовых и гаптофитовых водорослей как в пространстве, так и во времени достаточно широко представлены в литературе [Kang, Fryxell, 1993; Kaufman et al., 2017; Mangoni et al., 2017; Mosby, 2013; Nissen, Vogt, 2021], в частности много данных по центральной части акватории моря Росса [Andreoli et al., 1995; Goffart et al., 2000; Mosby, 2013].

Немногочисленные сведения об альгофлоре P1 и P2 не позволяют пока установить ключевые факторы, влияющие на видовой состав и количественные характеристики фитопланктона. По-видимому, наиболее значимыми являются сезонные сукцессии, которые связаны с доступностью солнечного света, таянием льда и балансом биогенных элементов. Выявлена связь между численностью водорослей и температурой воды на P2 в поверхностном слое (0–10 м), а также с концентрацией солей, что может быть следствием изменений ледовой обстановки и инсоляции.

Неравномерность гидрологических параметров водной толщи P3, связанная с наличием в данном районе притока водных масс морей Беллинсгаузена и Уэдделла, а также с влиянием Антарктического циркумполярного течения, циркумполярной глубинной воды и сезонных изменений, определяет, очевидно, минимальное сходство состава фитопланктона между станциями. Например, по мере удаления от островов и относительно тёплых солёных масс численность фитопланктона уменьшалась на разрезе P3 более чем вдвое. Аналогичные изменения развития фитопланктона в этой акватории и его низкое видовое богатство отмечены и в других

работах [Кузьменко, 2004; Garibotti et al., 2003; Mendes et al., 2012; Varela et al., 2002]. Массовое присутствие обрывков талломов красных водорослей в поверхностном слое воды РЗ отличает полученные нами результаты от имеющихся в литературе и нуждается в дальнейшем изучении.

Заключение. Океанографические данные, включающие результаты гидрофизических исследований и анализа структуры сообществ фитопланктона, которые были получены с борта НЭС «Академик Трёшников» в период 65-й Российской антарктической экспедиции в тихоокеанском секторе Южного океана, пополнили материалы программы регулярных наблюдений малоизученного региона от мыса Колбек до станции Русская и в проливе Брансфилд.

На одной станции в юго-восточной части моря Росса обнаружена относительно пресная, холодная и насыщенная кислородом вода в верхнем 100-метровом слое и отмечены низкие значения температуры и более высокая минерализация в придонной части.

В поверхностных водах разрезов Р1 и Р2 выявлены низкая солёность и различные температурные характеристики — более низкие значения на Р2 (–1,5 °С) и более высокие на Р1 (0 °С). Для вод пролива Брансфилд (разрез РЗ) получены типичные данные по солёности и содержанию кислорода, но несколько повышенные значения температуры (до +2 °С).

В составе сообщества фитопланктона исследованных районов определено 48 таксонов микроводорослей из 5 отделов (38 Bacillariophyta, по 3 Dinophyta, Cyanoprokaryota и Chrysophyta, 1 Harporphyta), а также 1 таксон макрофитов Rhodophyta. Пространственное распределение фитопланктона характеризовалось значительной пятнистостью, участки Южного океана различались между собой по видовому составу и по вкладу отдельных видов и групп в общую численность и биомассу планктона. Сходство видового состава фитопланктона максимально для шельфовых станций — в среднем 43 %. Основной вклад в количественные характеристики фитопланктона во всей исследованной акватории вносят диатомовые водоросли, преимущественно представители рода *Fragilariopsis*, приуроченные к шельфу и прибрежным районам. При удалении от берега или в открытом море доля диатомей снижается, массового развития достигает вид *Phaeocystis antarctica*. Выявлена корреляция между численностью водорослей, температурой воды на разрезе Р2 и концентрацией солей в слое водных масс 0–50 м.

Работа выполнена в рамках государственного задания «Биоразнообразие микроорганизмов антропогенно загрязнённых экосистем и функционально-генетические механизмы их адаптации к стрессовым условиям окружающей среды» (№ 124020500028-4).

Благодарность. Авторы выражают благодарность С. В. Кашину (м. н. с., лаборатория Южного океана отдела океанологии Арктического и антарктического научно-исследовательского института), Д. А. Орехову (доцент, к. вет. н., кафедра организации, экономики и управления ветеринарным делом Санкт-Петербургского государственного университета ветеринарной медицины), А. П. Воронину (с. н. с., к. б. н., лаборатория морфологии клетки группы некодирующей ДНК Института цитологии) за помощь в проведении исследований, а также всему экипажу НЭС «Академик Трёшников» за ответственное отношение к выполнению океанографических работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

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. [Antipov N. N., Kashin S. V., Molchanov M. S. Okeanograficheskie issledovaniya Yuzhnogo okeana v 14-m reise NES “Akademik Treshnikov”. *Rossiiskie polyarnye issledovaniya*, 2020, no. 2, pp. 32–35. (in Russ.)]
2. Герасимюк В. П. Водоросли прибрежных вод и внутренних водоёмов острова Галиндез (архипелаг Аргентинские острова, Антарктика) // *Альгология*. 2008. Т. 18, № 1. С. 58–71. [Gerasimiuk V. P. Algae of marine littoral and inland water bodies of Galindez island (Argentina)]

- Islands, Antarctic). *Algologia*, 2008, vol. 18, no. 1, pp. 58–71. (in Russ.)]
3. 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. [Gogorev R. M. New data on morphology and taxonomy of the *Fragilariopsis* species (Bacillariophyta) from the Antarctic Ocean. *Novosti sistematiki nizshikh rastenii*, 2010, vol. 44, pp. 39–55. (in Russ.)]
 4. Гогорев Р. М. Центрические диатомовые (Bacillariophyta) из Южного океана // *Новости систематики низших растений*. 2013. Т. 47. С. 37–53. [Gogorev R. M. Centric diatoms (Bacillariophyta) from the Antarctic Ocean. *Novosti sistematiki nizshikh rastenii*, 2013, vol. 47, pp. 37–53. (in Russ.)]. <https://doi.org/10.31111/nsnr/2013.47.37>
 5. Кузьменко Л. В. Фитопланктон западной части пролива Брансфилда // *Український антарктичний журнал*. 2004. № 2. С. 125–137. [Kuzmenko L. V. Phytoplankton in the Western Bransfield Strait. *Ukrainskyi antarktychnyi zhurnal*, 2004, no. 2, pp. 125–147. (in Russ.)]
 6. *Методика изучения биогеоценозов внутренних водоёмов* / АН СССР, Институт биологии внутренних вод. Москва : Наука, 1975. 240 с. [*Metodika izucheniya biogeotsenozov vnutrennikh vodoemov* / AN SSSR, Institut biologii vnutrennikh vod. Moscow : Nauka, 1975, 240 p. (in Russ.)]
 7. Мэгарран Э. *Экологическое разнообразие и его измерение* : пер. с англ. Москва : Мир, 1992. 181 с. [Magurran A. E. *Ecological Diversity and Its Measurement* : transl. from English. Moscow : Mir, 1992, 181 p. (in Russ.)]
 8. Новаковский А. Б. Взаимодействие Excel и статистического пакета R для обработки данных в экологии // *Вестник Института биологии Коми НЦ УрО РАН*. 2016. № 3 (197). С. 26–33. [Novakovskiy A. B. Interaction between Excel and statistical package R for ecological data analysis. *Vestnik Instituta biologii Komi NTs UrO RAN*, 2016, no. 3 (197), pp. 26–33. (in Russ.)]. [https://doi.org/10.31140/j.vestnikib.2016.3\(197\).4](https://doi.org/10.31140/j.vestnikib.2016.3(197).4)
 9. Шишкина Л. А. *Гидрохимия*. Ленинград : Гидрометеоздат, 1974. 288 с. [Shishkina L. A. *Gidrokhiimiya*. Leningrad : Gidrometeoizdat, 1974, 288 p. (in Russ.)]
 10. Andreoli C., Tolomio C., Moro I., Radice M., Moschin E., Bellato S. Diatoms and dinoflagellates in Terra Nova Bay (Ross Sea–Antarctica) during austral summer 1990. *Polar Biology*, 1995, vol. 15, iss. 7, pp. 465–475. <https://doi.org/10.1007/bf00237460>
 11. Bett D. T., Holland P. R., Naveira-Garabato A. C., Jenkins A., Dutrieux P., Kimura S., Fleming A. The impact of the Amundsen Sea freshwater balance on ocean melting of the West Antarctic Ice Sheet. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 2020, vol. 125, iss. 9, art. no. e2020JC016305 (18 p.). <https://doi.org/10.1029/2020JC016305>
 12. Biggs T. E. G., Alvarez-Fernandez S., Evans C., Mojica K. D. A., Rozema P. D., Venables H. J., Pond D. W., Brussaard C. P. D. Antarctic phytoplankton community composition and size structure: Importance of ice type and temperature as regulatory factors. *Polar Biology*, 2019, vol. 42, iss. 11, pp. 1997–2015. <https://doi.org/10.1007/S00300-019-02576-3>
 13. Carmelo T. R. *Identifying Marine Phytoplankton*. San Diego, CA : Academic Press, 1997, 874 p. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-693018-4.X5000-9>
 14. Cefarelli A. O., Ferrario M. E., Almandoz G. O., Atencio A., Akselman R., Vernet M. Diversity of the diatom genus *Fragilariopsis* in the Argentine Sea and Antarctic waters: Morphology, distribution and abundance. *Polar Biology*, 2010, vol. 33, iss. 11, pp. 1463–1484. <https://doi.org/10.1007/s00300-010-0794-z>
 15. Cefarelli A. O., Vernet M., Ferrario M. E. Phytoplankton composition and abundance in relation to free-floating Antarctic icebergs. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 2011, vol. 58, iss. 11–12, pp. 1436–1450. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2010.11.023>
 16. Deppeler S. L., Davidson A. T. Southern Ocean phytoplankton in a changing climate. *Frontiers in Marine Science*, 2017, vol. 4, art. no. 40 (28 p.). <https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00040>
 17. Dotto T. S., Mata M. M., Kerr R., Garcia C. A. E. A novel hydrographic gridded data set for the northern Antarctic Peninsula. *Earth System Science Data*, 2021, vol. 13, pp. 671–696. <https://doi.org/10.5194/essd-13-671-2021>

18. Fonda U. S., Monti M., Bergamasco A., Cabrini M., De Vittor C., Burba N., Del Negro P. Plankton community structure and dynamics versus physical structure from Terra Nova Bay to Ross Ice Shelf (Antarctica). *Journal of Marine Systems*, 2005, vol. 55, iss. 1–2, pp. 31–46. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2004.05.030>
19. García M. A., Castro C. G., Ríos A. F., Doval M. D., Rosón G., Gomis D., López O. Water masses and distribution of physico-chemical properties in the Western Bransfield Strait and Gerlache Strait during Austral summer 1995/96. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 2002, vol. 49, iss. 4–5, pp. 585–602. [https://doi.org/10.1016/S0967-0645\(01\)00113-8](https://doi.org/10.1016/S0967-0645(01)00113-8)
20. Garibotti I. A., Vernet M., Ferrario M. E., Smith R. C., Ross R. M., Quetin L. B. Phytoplankton spatial distribution patterns along the western Antarctic Peninsula (Southern Ocean). *Marine Ecology Progress Series*, 2003, vol. 261, pp. 21–39. <https://doi.org/10.3354/meps261021>
21. Goffart A., Catalano G., Hecq J. H. Factors controlling the distribution of diatoms and *Phaeocystis* in the Ross Sea. *Journal of Marine Systems*, 2000, vol. 27, iss. 1–3, pp. 161–175. [https://doi.org/10.1016/S0924-7963\(00\)00065-8](https://doi.org/10.1016/S0924-7963(00)00065-8)
22. Gogorev R. M., Samsonov N. I. The genus *Chaetoceros* (Bacillariophyta) in Arctic and Antarctic. *Novosti sistematiki nizshikh rastenii*, 2016, vol. 50, pp. 56–111. <https://doi.org/10.31111/nsnr/2016.50.56>
23. *Surfer. Golden Software* : [site]. URL: <https://www.goldensoftware.com/products/surfer/> [accessed: 10.01.2023].
24. Guo G., Gao L., Shi J. Modulation of dense shelf water salinity variability in the western Ross Sea associated with the Amundsen Sea Low. *Environmental Research Letters*, 2021, vol. 16, no. 1, art. no. 014004 (11 p.). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abc995>
25. Hofmann E. E., Klinck J. M., Lascara C. M., Smith D. A. Water mass distribution and circulation west of the Antarctic Peninsula and including Bransfield Strait. *Foundations for Ecological Research West of the Antarctic Peninsula*, 1996, vol. 70, pp. 61–80.
26. Hoppenrath M., Elbrächter M., Drebes G. *Marine Phytoplankton: Selected Microphytoplankton Species from the North Sea Around Helgoland and Sylt*. Stuttgart : E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, 2009, 264 p.
27. Iida T., Odate T. Seasonal variability of phytoplankton biomass and composition in the major water masses of the Indian Ocean sector of the Southern Ocean. *Polar Science*, 2014, vol. 8, iss. 3, pp. 283–297. <http://dx.doi.org/10.1016/j.polar.2014.03.003>
28. Jenkins A., Shoosmith D., Dutrieux P., Jacobs S., Kim T. W., Lee S. H., Ha H. K., Stammerjohn S. West Antarctic Ice Sheet retreat in the Amundsen Sea driven by decadal oceanic variability. *Nature Geoscience*, 2018, vol. 11, pp. 733–738. <https://doi.org/10.1038/s41561-018-0207-4>
29. 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, pp. 335–348. <https://doi.org/10.1007/BF00350024>
30. Kaufman D. E., Friedrichs M. A. M., Smith W. O. Jr, Hofmann E. E., Dinniman M. S., Hemmings J. C. P. Climate change impacts on southern Ross Sea phytoplankton composition, productivity, and export. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 2017, vol. 122, iss. 3, pp. 2339–2359. <https://doi.org/10.1002/2016JC012514>
31. Kennedy F., Martin A., Bowman J. P., Wilson R., McMinn A. Dark metabolism: A molecular insight into how the Antarctic sea-ice diatom *Fragilariopsis cylindrus* survives long-term darkness. *New Phytologist*, 2019, vol. 223, iss. 2, pp. 675–691. <https://doi.org/10.1111/nph.15843>
32. Mangoni O., Saggiomo V., Bolinesi F., Margiotta F., Budillon G., Cotroneo Yu., Mistic C., Rivaro P., Saggiomo M. Phytoplankton blooms during austral summer in the Ross Sea, Antarctica: Driving factors and trophic implications. *PLoS ONE*, 2017, vol. 12, iss. 4, art. no. e0176033 (23 p.). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176033>
33. Mattson E., Karlsson A., Smith W. O. Jr, Abrahamsson K. The relationship between biophysical variables and halocarbon distributions in the waters of the Amundsen and Ross Seas, Antarctica. *Marine Chemistry*, 2012, vols 140–141, pp. 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.marchem.2012.07.002>

34. Mendes C. R. B., de Souza M. S., Garcia V. M. T., Leal M. C., Brotas V., Garcia C. A. E. Dynamics of phytoplankton communities during late summer around the tip of the Antarctic Peninsula. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 2012, vol. 65, pp. 1–14. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dsr.2012.03.002>
35. Moreau S., Boyd P. W., Strutton P. G. Remote assessment of the fate of phytoplankton in the Southern Ocean sea-ice zone. *Nature Communications*, 2020, vol. 11, art. no. 3108 (9 p.). <https://doi.org/10.1038/s41467-020-16931-0>
36. Mosby A. F. *Phytoplankton Growth Rates in the Ross Sea, Antarctica*. Thesis / The Faculty of the School of Marine Science. The College of William and Mary in Virginia. [Williamsburg, VA], 2013, paper 1539617935, 81 p. <https://doi.org/10.25773/v5-x9vw-t938>
37. Nissen C., Vogt M. Factors controlling the competition between *Phaeocystis* and diatoms in the Southern Ocean and implications for carbon export fluxes. *Biogeosciences*, 2021, vol. 18, iss. 1, pp. 251–283. <https://doi.org/10.5194/bg-18-251-2021>
38. Petrou K., Kranz S. A., Trimborn S., Hasler C. S., Ameijeiras S. B., Sackett O., Ralph P. J., Davidson A. T. Southern Ocean phytoplankton physiology in a changing climate. *Journal of Plant Physiology*, 2016, vol. 203, pp. 135–150. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2016.05.004>
39. Porter D. F., Springer S. R., Padman L., Fricker H. A., Tinto K. J., Riser S. C., Bell R. E., the ROSETTA-Ice Team. Evolution of the seasonal surface mixed layer of the Ross Sea, Antarctica, observed with autonomous profiling floats. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 2019, vol. 124, iss. 7, pp. 4934–4953. <https://doi.org/10.1029/2018JC014683>
40. Rozema P. D., Venables H. J., van de Poll W. H., Clarke A., Meredith M. P., Buma A. G. J. 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, iss. 1, pp. 235–252. <https://doi.org/10.1002/lno.10391>
41. Schofield O., Miles T., Alderkamp A. C., Lee S., Haskins C., Rogalsky E., Sipler R., Sherrell R. M., Yager P. L. *In situ* phytoplankton distributions in the Amundsen Sea Polynya measured by autonomous gliders. *Elementa: Science of the Anthropocene*, 2015, vol. 3, art. no. 000073 (17 p.). <https://doi.org/10.12952/journal.elementa.000073>
42. *Sea-Bird Scientific* : [site]. URL: <https://software.seabird.com/> [accessed: 10.01.2023].
43. Shields A. R. *Biogeochemistry and Phytoplankton Dynamics in the Ross Sea, Antarctica*. Dissertation / The Faculty of the School of Marine Science. The College of William and Mary in Virginia. [Williamsburg, VA], 2007, paper 1539616854, 242 p. <https://doi.org/10.25773/v5-652z-4p15>
44. *The Amundsen Sea Expedition 2017–2018 (ANA08B)*. IBRV Araon, 21 December 2017 – 13 February 2018 (Christchurch to Christchurch, New Zealand) / Chief sci. S. H. Lee. [S. l.] : [s. n.], 2018, 131 p. [Cruise report]. <https://repository.kopri.re.kr/handle/201206/9441>
45. Varela M., Fernandez E., Serret P. Size-fractionated phytoplankton biomass and primary production in the Gerlache and south Bransfield straits (Antarctic Peninsula) in Austral summer 1995–1996. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 2002, vol. 49, iss. 4–5, pp. 749–768. [https://doi.org/10.1016/S0967-0645\(01\)00122-9](https://doi.org/10.1016/S0967-0645(01)00122-9)

SPATIAL VARIABILITY OF THERMOHALINE PARAMETERS AND PHYTOPLANKTON COMPOSITION OF WEST ANTARCTICA IN SUMMER SEASON

D. Sharavin and P. Belyaeva

Institute of Ecology and Genetics of Microorganisms of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,
Perm, Russian Federation
E-mail: dima-sharavin@yandex.ru

Spatial variability of thermohaline characteristics (temperature, salinity, and dissolved oxygen) and phytoplankton structure (composition, abundance, and biomass) of the Southern Ocean during austral summer were investigated. New data were obtained for a little-studied area of Antarctica: on transects along the eastern border of the Ross Sea along W156° (T1, length of 35 km, 6 stations), near the Russkaya station (T2, 87 km, 13 stations), at the single station (Roosevelt Island area, Bay of Whales, Ross Sea), and in the Bransfield Strait (T3, 118 km, 11 stations). The relevance of the analysis of this area is due to its location on the border of the shelf and continental slope with different parameters of temperature and water structure. Low salinity and different temperature characteristics were revealed in surface waters of T1 and T2: lower values for T2 (−1.5 °C) and higher for T1 (0 °C). For the Bransfield Strait waters (T3), typical data on salinity and oxygen content were obtained against the backdrop of slightly increased temperature (up to +2 °C). For the single station, relatively fresh, cold, and oxygenated water of the upper 100-meter layer was recorded, and low temperature values of the bottom area, with high mineralization, were registered. In the phytoplankton composition of the study area, 48 taxa of microalgae from 5 divisions were identified (Bacillariophyta, 38; Dinophyta, Cyanoprokaryota, and Chryso-phyta, 3 taxa each; and Haptophyta, 1) and 1 macrophyte taxon (Rhodophyta). The maximum similarity in the species composition of phytoplankton (on average, 43%) was typical for shelf stations in different areas. The total abundance of phytoplankton in the study area of the Southern Ocean ranged within 4.3–264.0 thousand cells·L⁻¹, and biomass, 0.07–1.18 mg·L⁻¹. The main contributors to quantitative characteristics of phytoplankton throughout the study water area were diatoms, mainly representatives of the genus *Fragilariopsis* Hustedt, confined to the shelf and coastal areas. At a distance and in the open sea of transects T1 and T2 deeper than 50 m and in surface waters of transect T3, *Phaeocystis antarctica* Karsten (Haptophyta) developed in mass. For T2, the dependence of phytoplankton abundance on water temperature and salinity was revealed.

Keywords: West Antarctica, Bransfield Strait, shelf, spatial variability, thermohaline parameters, phytoplankton