

УДК 551.465

ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ И ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ВОДАХ ЮЖНОГО ОКЕАНА В ЛЕТНИЙ СЕЗОН 2014–2015 гг.

© 2016 г. Л. А. Духова, Н. М. Зозуля, А. М. Сытов, К. В. Артамонова

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, Москва
e-mail: marecol@vniro.ru

Поступила в редакцию 10.04.2015 г.

DOI: 10.7868/S0030157416020052

В рамках программы научных исследований 60-й российской антарктической экспедиции (РАЭ) в период с 8 декабря 2014 г. по 20 февраля 2015 г. сотрудниками ФГБНУ «ВНИРО» на борту научно-экспедиционного судна «Академик Фёдоров» был выполнен комплекс гидрохимических и гидробиологических работ. Эти работы продолжили исследования в области «шельф-материковый склон» в различных районах Антарктики, начатые сотрудниками ФГБНУ «ВНИРО» в 1997 г. (42-я РАЭ) и были согласованы с программой океанографических работ ФГБУ «АНИИ». Впервые за последние 10 лет программа ФГБНУ «ВНИРО» включала гидробиологическую часть. Это позволило оценить качественные и количественные характеристики планктонных сообществ в антарктических водах.

Основной целью исследований являлся комплексный мониторинг вод Антарктики, который включал исследование межгодовой изменчивости положения основных фронтов Южного океана, гидрохимической структуры антарктических вод и вод материковых водоемов, а также изучение планктонных сообществ Антарктики, в том числе эвфаузиевых ракообразных (*Euphausiacea*) и личиночных стадий клыкача (*Dissostichus* sp.).

Гидрохимические исследования проводились как в поверхностном слое воды, так и на глубоководных станциях и разрезах (рис. 1). Отбор проб воды с поверхности был начат 14 декабря 2014 г. в районе 42° ю.ш., выполнялся через каждые 20–40 миль по ходу движения судна и завершился 14 января 2015 г. в восточной части моря Дейвиса.

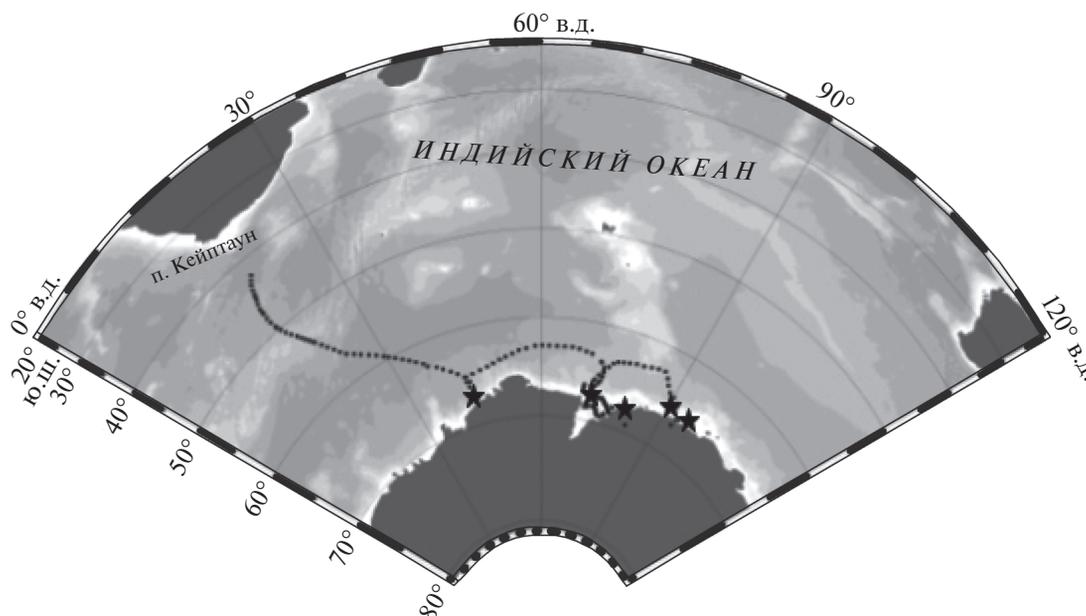


Рис. 1. Общая схема станций, выполненных в 60 РАЭ.

1 – с гидрохимическими, 2 – с гидрохимическими и гидробиологическими определениями. Легенду см. рис. 2.

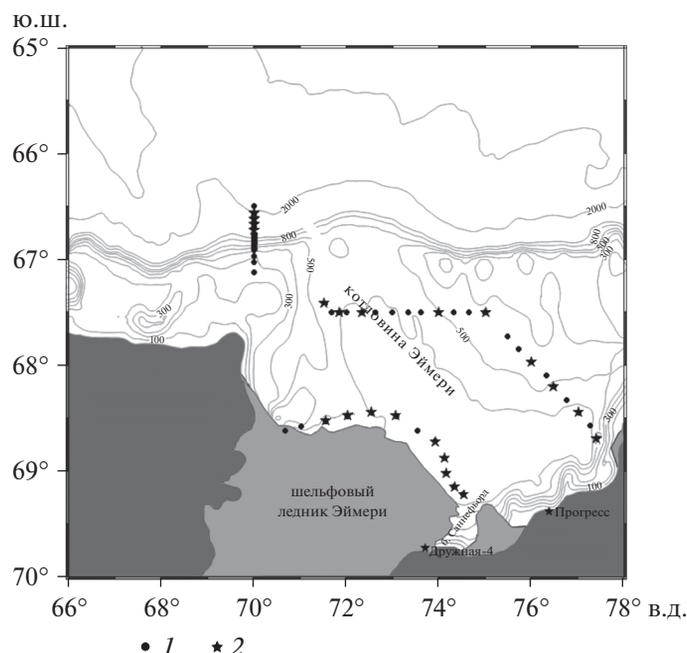


Рис. 2. Положение океанологических станций на разрезах в море Содружества. 1 – с гидрохимическими, 2 – с гидрохимическими и гидробиологическими определениями.

Основной этап работ состоял в выполнении трех океанологических разрезов: регулярно повторяемого меридионального разреза по 70° в.д. в западной части моря Содружества, второго разреза через котловину Эймери и третьего разреза в области прибарьерной полыньи шельфового ледника Эймери (рис. 2). В восточной части моря Дейвиса дополнительно было проведено 4 глубоководных зондирования. Всего за период исследований выполнено 56 океанологических станций и проанализированы пробы воды из 23 материковых антарктических озер.

Все пробы обрабатывались непосредственно после отбора в судовой гидрохимической лаборатории. Гидрохимический анализ включал в себя определение содержания растворенного кислорода, кремния, минеральных и органических форм азота и фосфора. Для анализа использовались стандартные методики, принятые в морской химии.

Данные по содержанию биогенных элементов в поверхностном слое позволили получить современную информацию о положении основных океанических фронтов Южного океана. Резкие градиенты в содержании фосфатов и нитратов в поверхностных пробах позволили идентифицировать пересечение Субтропического (от 0.47 до 1.09 мкМ и от 2.5 до 12.2 мкМ, соответственно) и Субантарктического (от 1.28 до 1.65 мкМ и от 16.1 до 19.3 мкМ, соответственно) фронтов. По резкому увеличению концентрации кремния четко выделялись Южный Полярный фронт (ЮПФ) (от 8.7

до 16.6 мкМ) и Южный фронт Антарктического циркумполярного течения (от 25.8 до 42.3 мкМ).

В результате выполнения трех океанологических разрезов были получены данные о гидрохимической структуре вод и процессах, происходящих в районе шельфа и материкового склона моря Содружества. На разрезе по 70° в.д. были выделены антарктическая поверхностная вода (ААПВ), антарктическая шельфовая вода (АШВ), циркумполярная глубинная вода (ЦГВ). Значения содержания растворенного кислорода в ядре ЦГВ составили 4.95–4.99 мл/л. Характерной чертой ЦГВ также служит глубинный максимум биогенных элементов. Максимальная концентрация кремния в слое ЦГВ составила 124.8 мкМ, фосфора – 2.34 мкМ и нитратов – 31.0 мкМ. По промежуточному максимуму температуры и минимуму растворенного кислорода в районе шельфа выделялась модифицированная циркумполярная вода (МЦГВ). В придонных горизонтах было отмечено сползание по склону плотной, холодной, обогащенной кислородом (6.0–7.0 мл/л) водной массы – Донной воды залива Приудс (ДВЗП), сформировавшейся за счет смешения вод АШВ и МЦГВ. Содержание кремния в ней было заметно ниже (85–90 мкМ), чем в слое ЦГВ, а растворенного кислорода выше (5.80–6.52 мл/л), чем в ЦГВ.

На разрезах 2 и 3, охватывающих шельфовую зону, ААПВ была представлена двумя слоями – верхним прогретым, обогащенным кислородом (8.52–9.09 мл/л) и нижним небольшим слоем антарктической зимней воды. Ниже располагалась

АШВ, которая выделялась по более низкому содержанию растворенного кислорода и более высоким концентрациям биогенных элементов. В поверхностном слое по значительному понижению концентраций минеральных форм биогенных элементов (кремния до 1.7 мкМ, нитратов — 4.7 мкМ, фосфатов — 0.39 мкМ) отмечались сильные вспышки цветения фитопланктона в так называемых “оазисах”, высокоширотных участках вблизи отступающей кромки льда. Здесь же в гидробиологических пробах наблюдалось присутствие большого количества фитопланктона и личинок криля.

В восточной части разреза 2 слой глубже 350 м занимала вода шельфового ледника (ВШЛ) с концентрацией кислорода 7.41–7.46 мл/л и температурами до -2.093°C , т.е. ниже температуры заморозки морской воды, на разрезе 3 слой ВШЛ занимал глубины больше 200 м. Поскольку формирование ВШЛ происходит при охлаждении АШВ в результате взаимодействия с нижней поверхностью ледника, то по гидрохимическим характеристикам эти водные массы практически не отличались. Проникновение на шельф модифицированной ЦГВ было обнаружено только в западной части разреза 2 по локальному минимуму кислорода (7.02–7.03 мл/л) на глубине 200 м.

Мониторинг гидрохимического состава вод материковых водоемов, расположенных в окрестностях антарктических станций, проводимый с 2009 г. показал, что лимитирующими элементами для развития фитопланктона в озерах антарктических оазисов являются или фосфор, или и фосфор и азот одновременно. Наиболее высокие концентрации всех биогенных элементов обнаружены в местах обитания пингвинов. Озера Оазиса Бангера выделялись повышенным содержанием кремния в воде до 213 мкМ, что значительно выше, чем в других исследованных озерах и почти в 1.5 раза превышает концентрацию кремния в морской воде в Антарктике.

Гидробиологические исследования. Сбор планктонных проб осуществлялся во время стоянок судна в период с 20 декабря 2014 г. по 13 января 2015 г. и на трех океанологических разрезах с помощью большой сети “Джеди” (США) с входным отверстием 75 см, диаметр фильтрующего конуса 100 см размером ячеек 500 мкм. Скорость подъема сети в момент лова составляла 0.8–1.0 м/с. Горизонты отбора проб на разрезах составили 0–400 м, на отдельных станциях изменялись в интервале от 0–25 до 0–425 м, в зависимости от глубины, времени суток и метеоусловий. Анализ проб в судовой лаборатории проводился только на свежем материале с помощью бинокля и стандартного набора линз без предварительной фиксации. Всего было выполнено 46 гидробиологических станций, зафиксировано 61 проба планктона, из них 40 для дальнейшего морфоло-

гического анализа и 21 для генетического анализа, а также 10 проб прилова для гистологического и генетического анализа.

Во всех пробах выявлено значительное преобладание фитопланктона, что характерно для этого района и времени года. Фитопланктон был представлен диатомовыми водорослями (60–70%). Также отмечено большое количество копепод (до 10%) разных стадий зрелости: науплий, копеподит и взрослых особей. В большинстве проб присутствовало большое количество гребневиков размером от 14 до 29 мм.

Личиночные стадии криля присутствовали во всех проанализированных пробах. Крупный половозрелый криль практически не встречался, основу составила молодь размером от 10 до 17 мм. Размер взрослых особей колебался от 22 до 62 мм.

В пробах, отобранных во время стоянок судна в период с декабря 2014 г. по начало января 2015 г., преобладали личинки криля в стадии калиптопис II и III, а в середине января фурцилия I, II и III и остальные стадии развития практически отсутствовали. Также было отмечено присутствие самки антарктического криля *Euphausia superba* размером 37 мм, особей молоди *Thysanoessa macrura* размером 12–19 мм, сагитт длиной 22–24 мм, личинок антарктической креветки *Notocrangon antarcticus*, представителей отряда Amphipoda и Isopoda. Рассматривалась возможность присутствия в пробах личинок клыкача (*Dissostichus* sp.), но предварительный анализ показал наличие только личинок рыб из семейства *Nototheniidae* (7–23 мм) и *Channichthyidae*.

Во всех пробах, полученных на трех гидрологических разрезах в конце января–феврале 2015 г., преобладал фитопланктон и взрослые особи копепод. Личинки криля встречались в стадии фурцилия I, II, III и IV. Размер антарктического криля варьировал от 25 до 38 мм, количество самцов преобладало над самками. В пробах отмечено присутствие молоди ледяного криля *Euphausia crystallorophias* (13–24 мм), 11 особей *Thysanoessa macrura* (средний размер 16 мм), а также 5 личинок рыб из семейства *Channichthyidae* (35–40 мм), сагитт размером от 40 до 66 мм, амфипод *Hyperoshe medusarum*, бокоплавов, личинок кальмара и личинки креветки *Notocrangon antarcticus*.

Собранные гидробиологические пробы будут проанализированы в лаборатории Арктики и Антарктики ФГБНУ “ВНИРО”. Полученные материалы будут сопоставлены с ретроспективными данными. Собранные пробы криля на генетический анализ пополнят Российскую национальную коллекцию эталонных генетических материалов (РНКЭГМ) и в последствие будут использованы для популяционного анализа.

Настоящая работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 14-05-31148 мол_а).