

УДК 550.4.02:550:424

ПЕРВЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ МЕТАНА В ПРОЛИВЕ АНТАРКТИК (ЮЖНЫЙ ОКЕАН)

© 2021 г. Н. С. Полоник^{1, *}, А. Л. Пономарева¹, Р. Б. Шакиров¹, А. И. Обжиров¹

¹Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева
Дальневосточного отделения Российской академии наук, Владивосток, Россия

*e-mail: nikpol@poi.dvo.ru

Поступила в редакцию 03.06.2020 г.

После доработки 24.11.2020 г.

Принята к публикации 18.03.2021 г.

В статье представлены первые данные о распределении метана в водной толще пролива Антарктик (Атлантический сектор Южного океана) по результатам комплексной экспедиции РАН на НИС “Академик Мстислав Келдыш”, 79-й рейс. В глубоководной части пролива на глубине более 400 м выявлена устойчивая зона с повышенной концентрацией растворенного метана (до 7.53 нмоль/л). По данным параллельных измерений концентрация метана в придонном слое пролива значительно превышает среднюю концентрацию метана в море Уэдделла.

Ключевые слова: растворенный метан, пролив Антарктик, Атлантический сектор Южного океана

DOI: 10.31857/S0030157421040134

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время возрастающую актуальность приобретают исследования природных источников эмиссии газа метана в Мировом океане [1–5]. Южный океан в этом отношении наименее изучен. В экспедиции 79-го рейса НИС “Академик Мстислав Келдыш” (январь–февраль 2020 г.) проведены газеохимические и геомикробиологические исследования в проливе Антарктик (Antarctic Sound), разделяющем Антарктический полуостров и острова Жуэнвилль (Joinville) и Д’Урвилль (D’Urville) (рис. 1). Основная цель этих исследований состояла в изучении распределения метана в водной толще пролива, определении возможной взаимосвязи между увеличением количества метана в воде и ростом пелагического микробного сообщества, оценке поступления метана в атмосферу как газа, провоцирующего парниковый эффект.

Через пролив Антарктик водные массы из моря Уэдделла проникают в пролив Брансфилда, где сталкиваются с водами южной ветви Антарктического Циркумполярного течения (АЦТ) и принимают участие в формировании пограничного течения пролива Брансфилд [6]. Несмотря на определенные успехи в изучении закономерностей распределения метана в море Уэдделла [7], акватории пролива Брансфилда [8], до настоящего времени остается неисследованным распределение полей метана в этом регионе Антарктики, а также влияние течений на формирование водных

масс разного происхождения и содержания метана в проливе Антарктик. В нашей работе представлены первые результаты анализа распределения метана на разных горизонтах водной толщи пролива Антарктик.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Для измерения концентрации метана в водных колонках был выбран метод равновесных концентраций “Headspace” [9]. Расчет концентраций метана, растворенного в морской воде, производился по методике [10] в модификации [11] с использованием расчетных констант растворимости метана. Для газохроматографического анализа газового состава применялся газовый хроматограф “ЭХО-ЕW мод.2” (Россия), оснащенный пламенно-ионизационным детектором (ПИД) и металлической поликапиллярной колонкой (длина 2 м, толщина 0.2–0.3 мм, фаза HayesepSD).

Скорость метанотрофии и метаногенеза определяли газохроматографическим методом с использованием дифторметана в качестве ингибитора монооксигеназы. Дополнительно, фиксировали наличие биоиндикаторных термофильных метанотрофных бактерий. Микроорганизмы культивировали на среде AMS-NS стандартного состава с добавлением микроэлементов по Пфенингу при температуре +60°C в течение 3 сут. Наличие клеток подтверждали с помощью микроскопии непосредственно на борту судна.

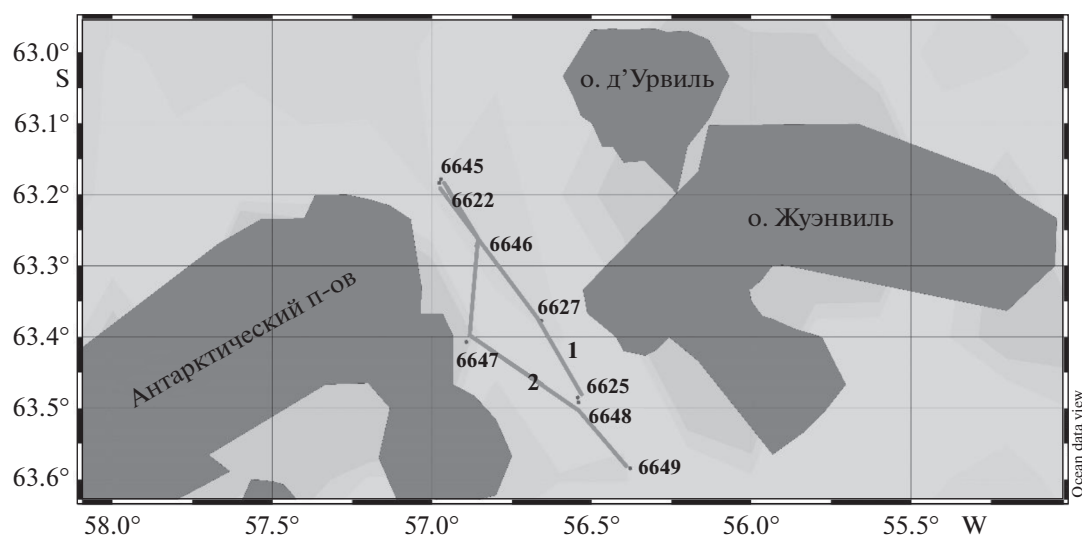


Рис. 1. Схема расположения островов и разрезов (1 и 2) в районе пролива Антарктик (рейс 79, АМК, январь–февраль 2020, Антарктика).

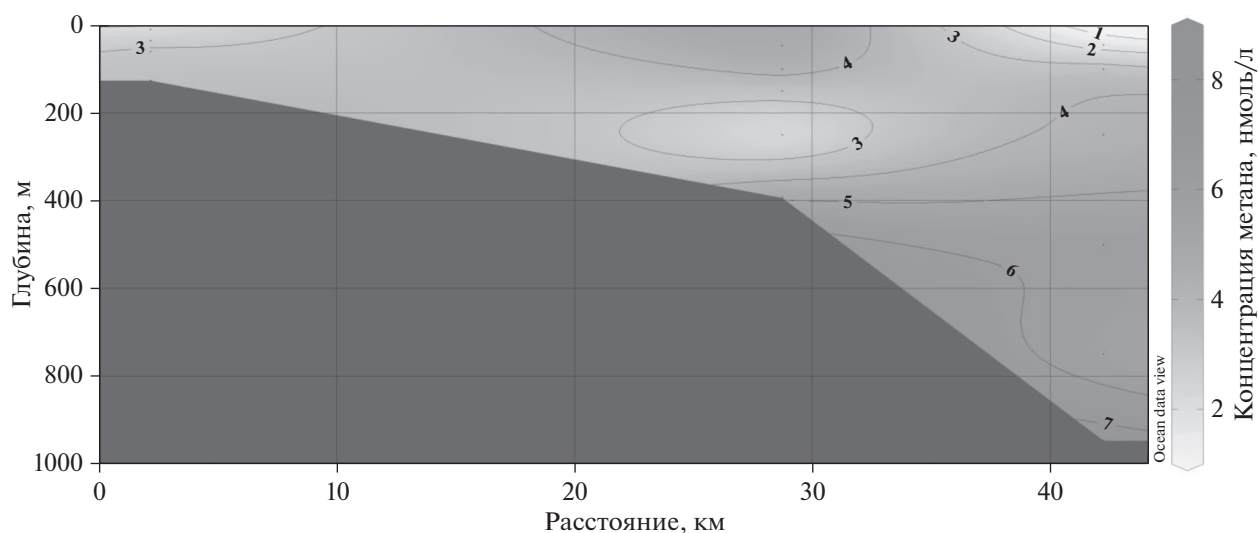


Рис. 2. Распределение метана в воде на разрезе, включающем станции 6622, 6625, 6627.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В проливе Антарктик было выполнено два продольных разреза длиной 52 и 62 км с тремя и пятью станциями, соответственно, с временным интервалом в десять суток. Карта пролива, схемы расположения разрезов и станций и показаны на рис. 1.

Первый разрез из трех станций (6622, 6625, 6627) был выполнен в диапазоне глубин от 127 до 947 м 3 февраля 2020 г. Средняя концентрация метана в водной толще разреза составляла 3.91 нмоль/л. Максимальное содержание метана (7.53 нмоль/л) было обнаружено в придонном

слое на глубине 947 м на станции 6625. Минимальная концентрация метана (1.22 нмоль/л) была приурочена к горизонту 45 м станции 6625. Распределение метана в водной толще пролива Антарктика на первом разрезе показано на рис. 2.

На рисунке хорошо виден участок с повышенной концентрацией метана (5.00–7.53 нмоль/л) в глубокой части пролива ниже изобаты 400 м. Также заметно вторжение бедных метаном водных масс (1.22–3.00 нмоль/л) из моря Уэдделла в южную часть пролива выше изобаты 100 м. Центральная часть пролива глубиной до 400 м характеризуется сильно перемешанными водными массами с концентрациями метана от 1.83 до

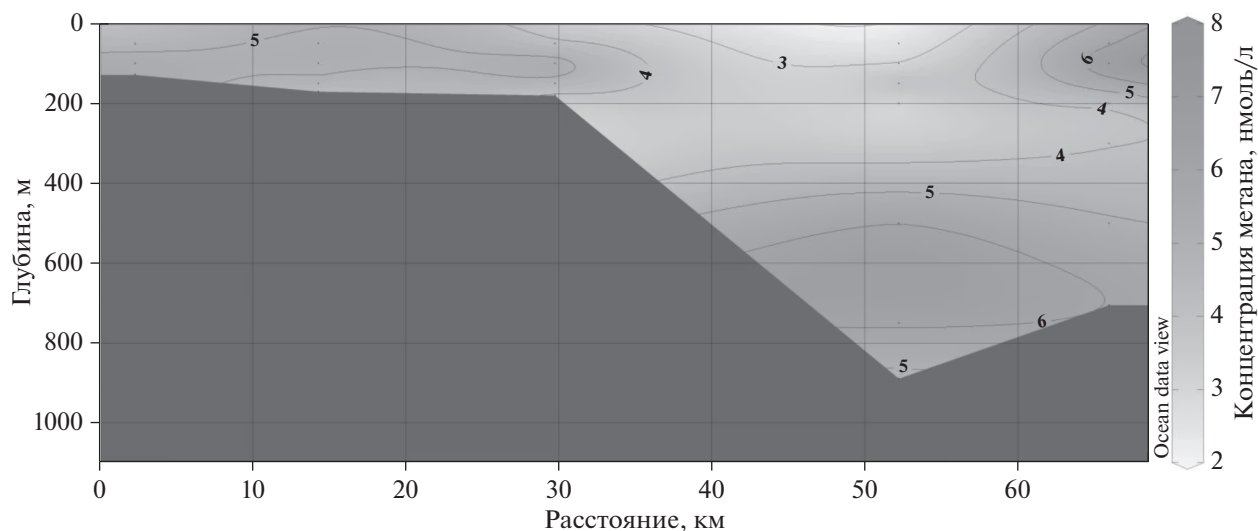


Рис. 3. Распределение метана на втором разрезе, включающем станции 6645, 6646, 6647, 6648, 6649.

5.09 нмоль/л, однако и на склоне пролива максимальное содержание метана также приурочено к придонному слою.

Второй продольный разрез в проливе Антарктик был выполнен через десять дней и состоял из пяти станций (6645, 6646, 6647, 6648, 6649). Распределение метана в водной толще пролива Антарктик на этом разрезе показано на рис. 3.

Максимальная концентрация метана составила 7.55 нмоль/л и была приурочена к горизонту 100 м на самой южной станции разреза 6649. Среднее содержание метана в морской воде составило 4.74 нмоль/л. Как и на первом разрезе, протяженная зона с повышенным содержанием метана (6.00–6.11 нмоль/л) была приурочена к глубоководной части пролива – горизонтам ниже 400 м. Северный мелководный участок пролива также обнаруживал увеличение средней концентрации метана до 4.78 нмоль/л. На этом участке не наблюдалось повышения температуры водных горизонтов либо выраженного распреснения, вызванного пресноводным стоком. Поэтому рост концентраций метана вызван, по нашему мнению, вторжением более богатых метаном вод из пролива Брансфилда в северную часть пролива Антарктик под действием ветра или течений.

Анализ микробных сообществ в водной толще пролива показал устойчивую взаимосвязь активности метанотрофов с увеличением количества растворенного в воде метана. Для станций первого разреза скорость метанотрофии была почти в 2 раза выше, чем для второго, и измеренные величины составляли 0.46 и 0.27 нмоль/л в час соответственно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Важным результатом проведенных исследований является обнаружение устойчивой стабильной зоны с повышенной концентрацией метана в глубокой части пролива Антарктик, локализованной в придонном слое ниже изобаты 400 м, что подтверждается данными двух разрезов. В целом, район характеризуется невысокими значениями скоростей синтеза и окисления метана. На всех станциях бактериальная утилизация метана преобладала над его синтезом, что говорит о присутствии постоянного источника метана. Вероятно, повышение концентрации метана в придонном слое воды связано с процессами в глубоководной части пролива Антарктик, где на дне существуют еще не закартированные участки газовой разгрузки.

Источники финансирования. Работа выполнена в рамках Гостемы “Комплексные исследования окружающей среды Южного океана” № FWMM-2019-0007 и Госзаданий № FWMM-2019-0006, регистрационные номера: АААА-А19-119122090009-2 и АААА-А17-117030110035-4.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Обжиров А.И.* Газогеохимические поля придонного слоя морей и океанов. М.: Наука, 1993. 139 с.
2. *Шакиров Р.Б., Сорочинская А.В., Обжиров А.И.* Газогеохимические аномалии в осадках Восточно-Сибирского моря // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2013. № 1(21). С. 98–110.
3. *Шакиров Р.Б., Сырбу Н.С., Обжиров А.И.* Распределение гелия и водорода в отложениях и воде на склоне о. Сахалин // Литология и полез. ископаемые. 2016. № 1. С. 68–81.

4. Jin Y.K., Kim Y.-G., Baranov B., Shoji H., Obzhairov A. Distribution and expression of gas seeps in a gas hydrate province of the Northeastern Sakhalin continental slope, Sea of Okhotsk // *Mar. Pet. Geol.* 2011. V. 28. P. 1844–1855.
5. Obzhairov A., Shakirov R., Salyuk A., Salomatin A., Suess E., Biebow N. Relations between methane venting, geological structure and seismo-tectonics in the Okhotsk Sea // *Geo-Marine Letters.* 2004. V. 24. P. 135–139.
6. Морозов Е.Г. Течения в проливе Брансфилд // Докл. АН. 2007. Т. 415. С. 823–825.
7. Heeschen K.U., Keir R.S., Rehder G., Klatt O., Suess E. Methane dynamics in the Weddell Sea determined via stable isotope ratios and CFC-11 // *Global Biogeochem. Cycles.* 2004. Vol. 18. GB2012. P. 1–18.
8. Tilbrook B.D., Karl D.M. Dissolved methane distributions, sources, and sinks in the western Bransfield Strait, Antarctica // *J. Geophys. Res.* 1994. V. 99(C8). P. 16383–16393.
9. Vereshchagina O.F., Korovitskaya E.V., Mishukova G.I. Methane in water columns and sediments of the north western Sea of Japan // *Deep Sea Res., Part II.* 2013. V. 86–87. P. 25–33.
10. Yamamoto S., Alcauskas J.B., Crozier T.E. Solubility of methane in distilled water and sea water // *J. Chem. Eng. Data.* 1976. V. 21. № 1. P. 78–80.
11. Wiesenburg D.A., Guinasso N.L. Equilibrium solubility of methane, carbon monoxide, and hydrogen in water and sea water // *J. Chem. Eng. Data.* 1979. Vol. 24. № 4. P. 356–360.

Methane Distribution in the Strait of Antarctic (Antarctic Sound), Antarctica

N. S. Polonik^{a, #}, A. L. Ponomareva^a, R. B. Shakirov^a, A. I. Obzhairov^a

^a*Il'ichev Pacific Oceanological Institute of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia*
[#]*e-mail: nikpol@poi.dvo.ru*

The article presents first data on the distribution of methane in the water column in the Antarctic Sound (Atlantic sector of the Southern Ocean) according to the results of the RAS complex expedition board of the R/V “Akademik Mstislav Keldysh” (79th cruise). In the deep part of the strait, at a depth of more than 400 m, a stable zone with an increased concentration of dissolved methane (up to 7.53 nmol/L) was revealed. According to concurrent measurements the methane concentration in the bottom layer of the sound significantly exceeds the average methane concentration in the Weddell Sea.

Keywords: dissolved methane, Antarctica sound, Atlantic sector of the Southern Ocean