

УДК 551.465

## ИЗМЕРЕНИЯ ПРИДОННЫХ ТЕЧЕНИЙ В РАЗЛОМАХ ЮЖНОЙ ЧАСТИ СЕВЕРО-АТЛАНТИЧЕСКОГО ХРЕБТА В 39-м, 40-м И 41-м РЕЙСАХ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО СУДНА “АКАДЕМИК СЕРГЕЙ ВАВИЛОВ”

© 2017 г. Р. Ю. Тараканов<sup>1</sup>, Е. Г. Морозов<sup>1</sup>, Н. И. Макаренко<sup>2</sup>, Д. И. Фрей<sup>1</sup>, Т. А. Демидова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, Россия

<sup>2</sup>Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, Новосибирск, Россия  
e-mail: rtarakanov@gmail.com

Поступила в редакцию 25.05.2016 г.

DOI: 10.7868/S0030157417050173

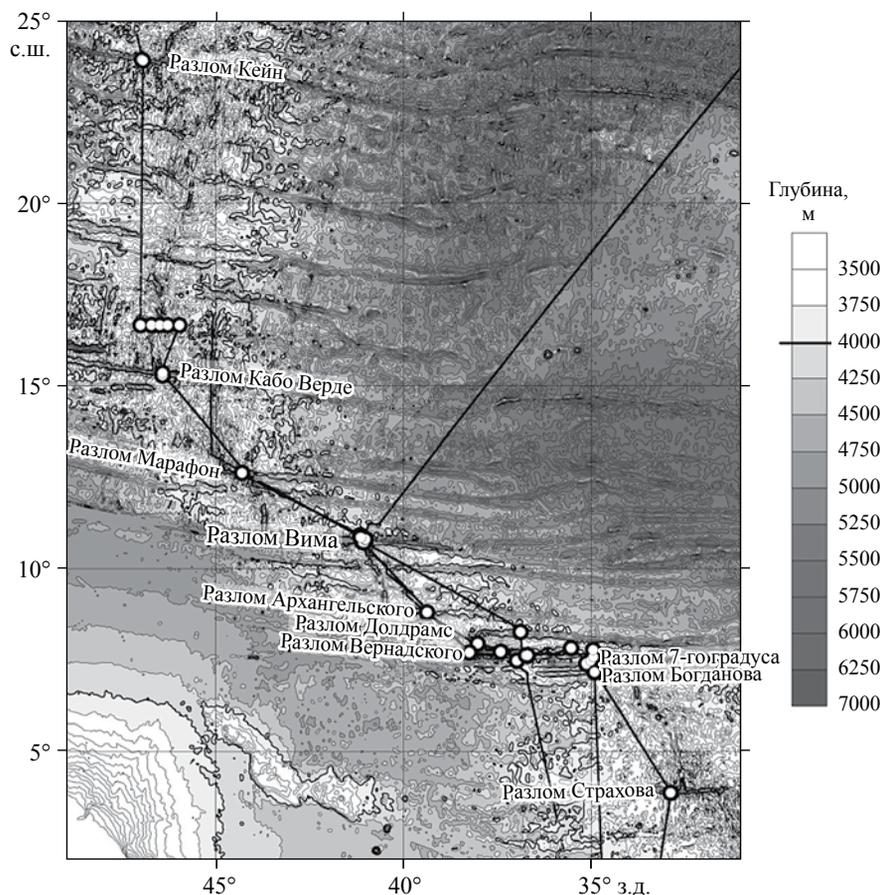
Придонные воды антарктического происхождения в Атлантике прослеживаются далеко на север вплоть до Ньюфаундлендской банки в Западной Атлантике и абиссали Северо-Европейского бассейна в Восточной [4]. Основной путь этих вод от источников их формирования в море Уэдделла проходит в Западной Атлантике через Аргентинскую, затем Бразильскую котловины. Здесь поток антарктических вод делится на две ветви. Одна ветвь движется на восток и пересекает Срединно-Атлантический хребет через экваториальные разломы Романш и Чейн, образующие в нем глубокие каналы, и заполняет таким образом абиссаль экваториальных котловин Восточной Атлантики. Другая ветвь продолжает движение этих вод на север в Западной Атлантике, где в районе 11° с.ш. от нее отделяется еще одна ветвь, пересекающая Северо-Атлантический хребет (часть Срединно-Атлантического хребта в Северной Атлантике) через разлом Вима. Этот разлом считается главным источником холодных абиссальных вод северных бассейнов Восточной Атлантики.

В Южном полушарии холодное, плотное ядро потока следующих в абиссали на север антарктических вод, в силу действия геострофического баланса, отклоняется влево от направления движения и прижимается, таким образом, к континентальному склону Южной Америки. После прохождения экватора это ядро, также в силу действия геострофического баланса, должно отклоняться уже вправо, прижимаясь к западному склону Северо-Атлантического хребта. Такая перестройка потока, в сочетании с достаточной глубиной пересекающих хребет разломов и наличием зонального бароклинного градиента давления, формирующегося между Западной и Восточной Атлантикой на горизонтах более 3000 м, должна

способствовать перетоку антарктических придонных вод через эти разломы в бассейны Восточной Атлантики. К числу таких перетоков несомненно относится и восточно-направленный поток в разломе Вима.

В 39-м (октябрь 2014 г.), 40-м (сентябрь 2015 г.) и 41-м (апрель 2016 г.) рейсах НИС “Академик Сергей Вавилов” в развитие программы исследования потоков в глубоководных каналах Атлантики, осуществляемой ИО РАН, начиная с 2003 г., в разломах южной части Северо-Атлантического хребта (рисунок) проводились измерения гидрофизических характеристик следующих через них абиссальных потоков. В большинстве из этих разломов подобные целевые исследования выполнялись впервые в мировой практике. В рамках программы исследования отложений сульфидных руд на Срединно-Атлантическом хребте, вдоль 16°39' с.ш. выполнен разрез из пяти гидрофизических станций, пересекающий рифтовую долину хребта. Всего в районе исследуемых разломов было выполнено 46 станций (рисунок).

На каждой гидрофизической станции проводились измерения температуры, электропроводности и глубины STD-зондом SBE-19 plus SEACAT, бортовым устройством SBE33 (Carousel Deck Unit), а также скоростей течений погружаемым акустическим профилографом течений (LADCP, RDI WH Sentinel 300 kHz), смонтированным вместе с зондом на розетте SBE32 (Carousel Water Sampler). В 39-м рейсе НИС “Академик Сергей Вавилов” розетка также была оборудована 12-ю 1.5-литровыми батометрами Ниски на фирмы “General Oceanic”. Подход ко дну на расстоянии до 3–5 м до дна во всех рейсах обеспечивался альтиметром фирмы Benthos (модель



Рельеф дна южной части Северо-Атлантического хребта. Кружками показано положение станций в 39-, 40- и 41-м рейсах НИС «Академик Сергей Вавилов». Показаны также траектории движения судна.

PSA-916), пингером фирмы Venthos и пингером, изготовленным в Лаборатории акустики ИО РАН. Данные STD-измерений обрабатывались затем стандартным программным пакетом SBE Data Processing, Version 7.23.2. Данные LADCP – с помощью программы LADCP Processing, version IX.10, методическая основа которой описана в [6]. Из полученных таким образом профилей скорости затем вычитался баротропный прилив, рассчитанный по данным спутниковых альтиметрических наблюдений TOPEX/POSEIDON из базы данных NASA в университете штата Орегон [2]. Пробы воды, взятые в 39-м рейсе НИС «Академик Сергей Вавилов» с батометров, анализировались на борту судна на содержание силикатов, фосфатов и нитратов. Помимо измерений на станциях, по ходу судна проводились измерения скоростей течений в верхнем слое океана вмонтированным в днище судна судовым ADCP (RDI OS, 76 kHz). Данные этих измерений также учитывались при обработке данных LADCP. Кроме того, по трассе движения судна выполнен большой объем измерений по рельефу дна эхолотом ELAC LAZ 4700. Результаты STD- и LADCP-измерений 39-го

рейса НИС «Академик Сергей Вавилов» в южной части Северо-Атлантического хребта опубликованы в работе [1], а гидрохимических измерений описаны в [5].

Программа исследований абиссальных потоков в разломах южной части Северо-Атлантического хребта не завершена. В большинстве разломов выполнено всего по одной станции в их отдельных сечениях, что значительно увеличивает ошибку оценки расхода через них, а в некоторых разломах измерения еще не проводились. Остаются также до конца не ясными пути перетока абиссальных вод над сильно-расчлененным рельефом дна района. Однако уже на сегодняшний день можно утверждать, что роль этих разломов в перетоке холодных абиссальных вод антарктического происхождения из Западной Атлантики в Восточную сильно недооценена в сравнении с разломами Вима, Романш и Чейн. По данным измерений 39-, 40- и 41-го рейсов НИС «Академик Сергей Вавилов» перенос Антарктической донной воды (ААДВ) с потенциальной температурой  $\theta < 2.0$  °C через уже промеренные разломы

оценивается в 1.2 Св, что примерно равно оценкам расхода ААДВ (0.9–1.2 Св) через разлом Вима, полученным в этих же рейсах. Следует отметить, что наиболее холодная вода проходит все же через разлом Вима, что, по-видимому, связано с большей глубиной порогов именно в этом разломе. Перенос ААДВ с  $\theta < 1.9$  °С в разломах южной части Северо-Атлантического хребта (за исключением разлома Вима) составил 0.6 Св, что эквивалентно известным оценкам переноса этой воды через каждый из разломов Романш и Чейн в отдельности [3].

Работы по анализу данных измерений выполнены при поддержке гранта РФФИ № 16-17-10149.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Морозов Е. Г., Тараканов Р. Ю., Макаренко Н.И. Потоки Антарктической донной воды через разломы южной части Северо-Атлантического хребта // Океанология. 2015. Т. 52. № 6. С. 883–887.
2. Egbert G.D., Erofeeva S. Efficient inverse modeling of barotropic ocean tides // J. Atmos. Ocean Tech. 2002. V. 19. № 2. P. 183–204.
3. Mercier H., Speer K. Transport of Bottom Water in the Romanche Fracture Zone and the Chain Fracture Zone // J. Phys. Oceanogr. 1998. V. 28. № 5. P. 779–790.
4. Morozov E.G., Demidov A.N., Tarakanov R.Y., Zenk W. Abyssal Channels in the Atlantic Ocean / Ed. Weatherly G. Dordrecht: Springer, 2010. 266 p.
5. Morozov E.G., Kolokolova A.V. Physical and chemical properties of seawater over the slopes of the northern part of the Mid-Atlantic Ridge // Russ. J. Earth. Sci. 2015. V. 15. ES2001, doi:10.2205/2015ES000548.
6. Visbeck M. Deep velocity profiling using Lowered Acoustic Doppler Current Profiler: bottom track and inverse solution // J. Atmosph. Oceanic Technol. 2002. V.19. № 5. P. 794–807.