

УДК 551.465

## ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В СЕВЕРНОЙ АТЛАНТИКЕ В 2017 Г. НА РАЗРЕЗЕ ПО 59°30' С.Ш. (68-Й РЕЙС НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО СУДНА «АКАДЕМИК МСТИСЛАВ КЕЛДЫШ»)

© 2019 г. А. А. Клювиткин, С. В. Гладышев, М. Д. Кравчишина,  
А. Н. Новигатский, Д. В. Ерошенко, А. С. Лохов, А. И. Коченкова

*Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН, Москва, Россия*

*e-mail: klyuvitkin@ocean.ru*

Поступила в редакцию 16.10.2017 г.

Приведены первые результаты комплексной экспедиции на борту НИС «Академик Мстислав Келдыш» в Северную Атлантику в июле 2017 г. Обнаружено продолжение глубокой конвекции в море Ирмингера до глубины 1500 м, начавшейся в 2015 г. Приведены новые сведения о структуре основных струй Северо-Атлантического течения в Исландском бассейне и в море Ирмингера (течение Ирмингера), а также Восточно-Гренландского течения. Собраны новые пробы атмосферных аэрозолей, водной взвеси и донных осадков. С помощью седиментационных ловушек получены новые данные о потоках осадочного вещества.

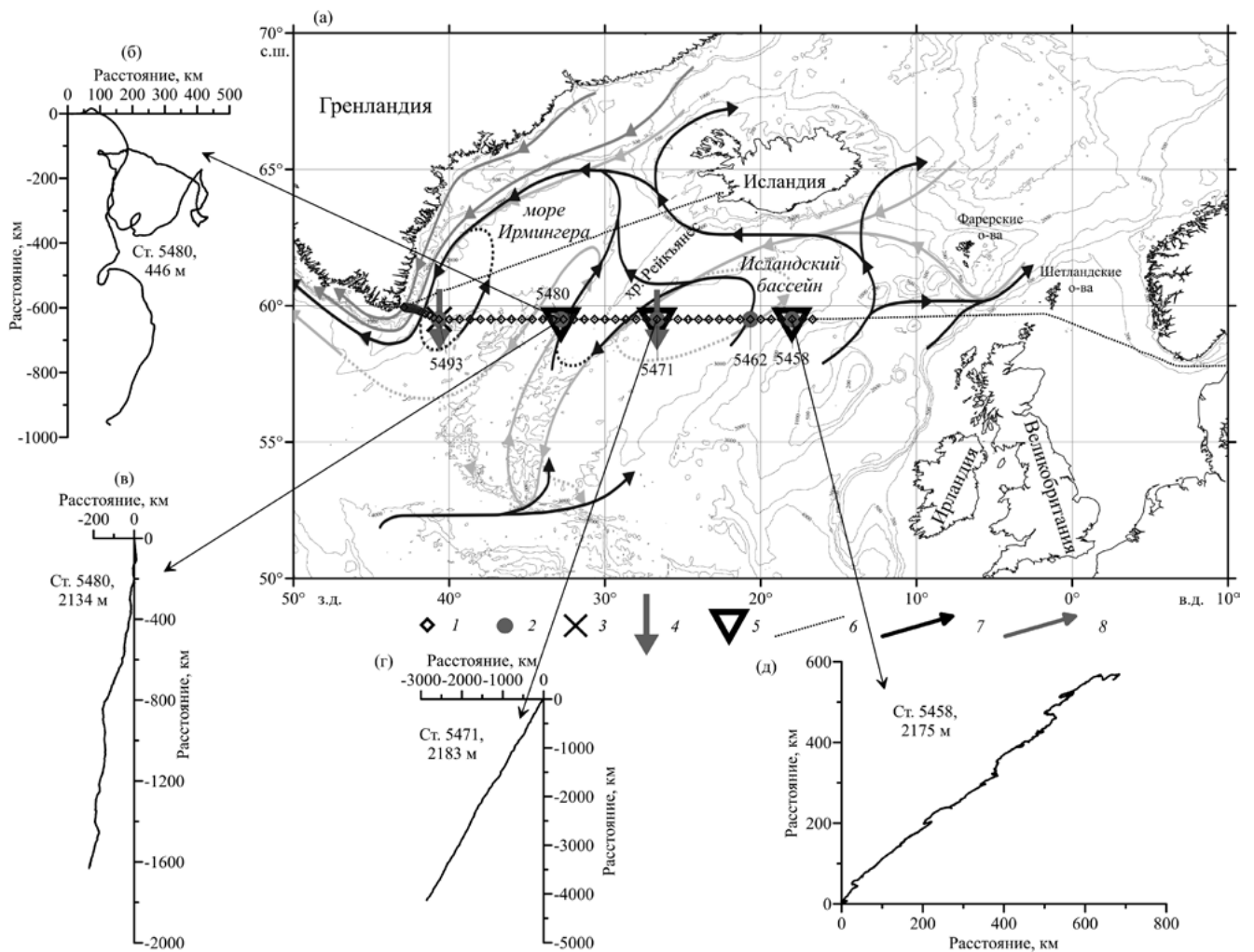
**Ключевые слова:** гидрологическая структура, климатические тренды, современная седиментация, потоки вещества, водная взвесь, донные осадки

DOI: [https://doi.org/10.31857/S\\_0030-157459177-180](https://doi.org/10.31857/S_0030-157459177-180)

С 29 июня по 16 июля 2017 г. на первом этапе 68-го рейса НИС «Академик Мстислав Келдыш» проводились работы, основная цель которых – продолжение долговременного мониторинга состояния гидрологической и кинематической структуры вод Северной Атлантики для выявления современных климатических трендов, а также исследование современной седиментационной системы и получение материала для высокоразрешающих реконструкций палеоклиматических изменений в этом районе океана. Исследования выполнялись на многолетнем разрезе по 59°30' с.ш. (рис.).

Исследуемый район работ является ключевым при формировании единой замкнутой системы течений, осуществляющих глобальный перенос тепла, соли, растворенных элементов, газов и осадочного вещества в толще океанских вод. Изучение одновременно рассеянных (взвесь) и концентрированных (донные осадки) форм осадочного вещества позволит судить о среде и климате по записям в водной толще и в толще донных осадков – по природным и приборным самописцам [5].

В задачи экспедиции входило: STD-зондирование водной толщи от поверхности до дна SBE9p для измерения вертикальных профилей температуры, электропроводности и содержания растворенного кислорода в морской воде; отбор проб морской воды на отдельных горизонтах для последующего определения содержания растворенного кислорода, фосфатов, нитратов, нитритов и кремнекислоты, концентрации и состава взвеси, и, в частности, концентрации общего и органического углерода и пигментов фитопланктона; измерение составляющих скорости течения во всей толще от поверхности до дна с помощью пары опускаемых акустических доплеровских профилографов течений Sentinel LADCP 300 кГц; отбор проб донных осадков для литолого-геохимических и микропалеонтологических исследований; биогеохимические (микробиологические) исследования; исследование атмосферных аэрозолей; подъем поставленных в 51-м рейсе НИС «Академик Иоффе» в июне 2016 г. АГОС, продолжающих непрерывный мониторинг, начиная с 2015 г. [4].



**Рис.** Маршрут экспедиции и выполненные работы, наложенные на схему основных поверхностных и глубинных течений, обуславливающих водообмен между Атлантическим океаном и Арктическим бассейном [7] (а), накопленные прогрессивные векторные диаграммы перемещений водных масс на ст. 5480, горизонт 446 м (б), горизонт 2134 м (в), ст. 5471, горизонт 2183 м (г) и ст. 5458, горизонт 2175 м (д).  
 1 – гидрологические станции; 2 – отбор проб воды на изучение взвеси; 3 – отбор донных осадков ДЧ;  
 4 – отбор донных осадков МК; 5 – подъем АГОС; 6 – путь судна; 7 – основные поверхностные течения;  
 8 – основные глубинные течения.

По результатам СТД-зондирований обнаружено продолжение глубокой конвекции в море Ирмингера до глубины 1500 м, начавшейся в 2015 г. [1]. Наблюдения за течениями подтвердили двухструйность придонного Западного пограничного течения, переносящего холодные арктические и модифицированные атлантические воды на юг [2]. Получены новые сведения о структуре основных струй Северо-Атлантического течения в Исландском бассейне и в море Ирмингера (течение Ирмингера), а также Восточно-Гренландского течения. Рассчитаны термохалинные индексы основных водных масс Субполярного круговорота для определения долгопериодных климатических трендов в Северной Атлантике.

Гранулометрический состав аэрозолей при-водного слоя атмосферы определяли счетчиком аэрозольных частиц TSI AeroTrak 9306. Количество аэрозольных частиц колебалось от 4000 до 21 000 л<sup>-1</sup>. Максимальная запыленность атмосферы зафиксирована при поступлении воздушных масс со стороны североамериканского континента.

Объемная концентрация морской взвеси, определенная посредством анализатора частиц Beckman Coulter Multisizer 3 (счетчик Коултера), варьировала от 0.2 до 2.5 мм<sup>3</sup>/л. В Исландском бассейне и в море Ирмингера обнаружен промежуточный нефелоидный слой (0.3–1.5 мм<sup>3</sup>/л) в пятидесяти метрах от дна, где медианный диаметр частиц достигал 41 мкм. При этом вблизи дна он не превышал 10–16 мкм.

Отбор поверхностного слоя донных осадков осуществляли дночерпателем (ДЧ) «Океан-0.25». Особая детальность исследования достигалась путем отбора мультикорером (МК) KUM MiniMUC ненарушенных кернов поверхностного слоя донных осадков и их деление с дискретностью 0.5–1 см. Всего было обработано 2 комплекта проб МК и 1 – ДЧ, произведена отмывка материала ледового разноса из ДЧ. Максимальная мощность отобранных колонок осадком мультикорера составила 25 см на ст. 5471.

Донные осадки представлены смешанным типом: алевроитовым илом с различной долей песчаного (среднезернистого-мелкозернистого) материала, с обильной долей фораминифер и кокколитофорид. Терригенная фракция представлена в основном слабоокатанным кварцем, полевыми шпатами, амфиболами и обломочным материалом пелитовой размерности.

Вертикальные потоки осадочного вещества изучали с помощью седиментационных ловушек. Подняты 3 АГОС, в составе которых задействованы 5 ловушек «Лотос-3» с 12 пробосборниками и 30 интегральных МСЛ-110 с одним пробосборником [6]. Для определения горизонтальной составляющей потока в состав АГОС были включены акустические доплеровские измерители течений Teledyne RDIDVS и Nortek Aquadopp. Первичная обработка полученных проб выявила в придонном горизонте общий максимум потока в июле–августе. На станциях 5458 (АИ-3540) и 5471 (АИ-3562) выделены также максимумы в марте–мае и январе соответственно. Для вертикального распределения потоков на всех станциях характерны максимумы в поверхностном слое (400–500 м) и в нефелоидном слое (50 м от дна). В пространственном отношении наименьшие потоки отмечены на западном склоне Исландского бассейна, ст. 5471 (АИ-3562), наибольшие – на восточном склоне моря Ирмингера, ст. 5480 (АИ-3580).

Измерители течений, установленные в составе АГОС, показали практически постоянный перенос придонных водных масс в северо-восточном направлении на ст. 5458 (АИ-3540) и в юго-западном и юго-юго-западном направлениях на станциях 5471 (АИ-3562) и 5480 (АИ-3580) соответственно (рис. б–д). Течение в подповерхностном слое (450 м) на ст. 5480 (АИ-3580) характеризовалось большей измен-

чивостью, но в целом перенос водных масс проходил также в южном направлении (рис. б). Наибольшая интенсивность течений выявлена в придонном слое на ст. 5471 (АИ-3562) (средняя скорость 16 см/с при максимуме 35 см/с).

**Благодарности.** Авторы признательны академику А.П. Лисицыну за общее руководство работами, а также капитану, команде и всему научному составу за помощь в экспедиции.

**Источник финансирования.** Геологические исследования проводились при финансовой поддержке гранта РНФ № 14-50-00095, гидрологические – при финансовой поддержке гранта РФФИ № 15-05-02250. Обработка материала частично выполнена в рамках государственного задания ФАНО РФ, тема № 0149-2016-0001.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гладышев С.В., Гладышев В.С., Гулев С.К., Соков А.В. Аномально глубокая зимняя конвекция в море Ирмингера зимой 2014–2015 гг. // Докл. РАН. 2016. Т. 469. № 3. С. 351–355.
2. Гладышев В.С., Гладышев В.С., Соков А.В. и др. Среднепогодная структура и перенос вод системой западных пограничных течений восточнее Гренландии // Докл. РАН. 2017. Т. 473. № 1. С. 93–97.
3. Ключиткин А.А., Политова Н.В., Новигатский А.Н. и др. Геологические исследования Северной Атлантики в 49-м рейсе научно-исследовательского судна «Академик Иоффе» // Океанология. 2016. Т. 56. № 5. С. 833–835.
4. Ключиткин А.А., Политова Н.В., Новигатский А.Н. и др. Геологические исследования в Северной Атлантике в 51-м рейсе научно-исследовательского судна «Академик Иоффе» // Океанология. 2017. Т. 57. № 3. С. 514–516.
5. Лисицын А.П. Современные представления об осадкообразовании в океанах и морях. Океан как природный самописец взаимодействия геосфер Земли // Мировой океан. Т. II / Отв. ред. Л.И. Лобковский, Р.И. Нигматулин. М.: Научный мир, 2014. С. 331–571.
6. Лукашин В.Н., Ключиткин А.А., Лисицын А.П., Новигатский А.Н. Малая седиментационная ловушка МСЛ-110 // Океанология. 2011. Т. 51. № 4. С. 746–750.
7. Sarafanov A., Falina A., Mercier H. et al. Mean full-depth summer circulation and transports at the northern periphery of the Atlantic Ocean in the 2000s // J. Geoph. Res. 2012. V. 117. C01014.

**Geological and Hydrological Studies  
in the Northern Atlantic in 2017 on a Section at N59°30'  
(68th Cruise of the Research Vessel *Akademik Mstislav Keldysh*)**

© 2019 A. A. Klyuvitkin, S. V. Gladyshev, M. D. Kravchishina,  
A. N. Novigatsky, D. V. Eroshenko, A. S. Lokhov, A. I. Kochenkova

*Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

*e-mail: klyuvitkin@ocean.ru*

*Received October, 16, 2017*

The first results of the multidisciplinary expedition aboard the RV «Akademik Mstislav Keldysh» to the North Atlantic in July 2017 are given. Continuation of deep convection in the Irminger Sea to a depth of 1500 m, which began in 2015, is discovered. New information is provided on the structure of the main jets of the North Atlantic Current in the Iceland basin and in the Irminger Sea (Irminger Current), as well as the East Greenland Current. New samples of atmospheric aerosols, suspended particulate matter and bottom sediments are collected. New data on the particle fluxes have been obtained using sediment traps.

**Keywords:** hydrological structure, climatic trends, modern sedimentation, particle fluxes, suspended particulate matter, bottom sediments