

УДК 551.464(268.45)

ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИБРЕЖНЫХ ВОД АРХИПЕЛАГА ШПИЦБЕРГЕН 2014–2015 гг.

© 2016 г. Е. В. Якушев^{1,2}, П. Н. Маккавеев², А. А. Полухин², Е. А. Проценко²,
С. В. Степанова², П. В. Хлебопашев², Ш. Х. Якубов², А. Стаалстрём¹, М. Норли¹

¹ Норвежский институт водных исследований (NIVA), Осло, Норвегия

² Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, Россия

e-mail: evgeniy.yakushev@niva.no, makkaveev55@mail.ru

Поступила в редакцию 19.11.2015 г.

DOI: 10.7868/S0030157416040122

Весной 2014 г. (16–20 марта) и летом 2015 г. (17–18 июня), были проведены 2 совместные русско-норвежские экспедиции в прибрежных водах арх. Шпицберген в районе Темпл фьорд. В работе участвовали сотрудники института океанологии им. П.П. Ширшова РАН (г. Москва) и Норвежского института водных исследований NIVA (г. Осло). Работы проводились в рамках международного проекта “CARSIK”, поддержанного Научно-Исследовательским Советом Норвегии Research Council of Norway (RCN). Этот междисциплинарный проект русско-норвежского научного сотрудничества в Арктическом регионе, ориентированный на накопление данных о состоянии карбонатной системы и биогеохимического состояния среды и сравнение методик исследований. Натурные наблюдения и расчеты показывают, что сокращающийся летний ледовый покров и увеличивающийся материковый сток в Ледовитый океан, могут изменить некоторые процессы в океане, привязанные к балансу углерода и пресных вод [2]. Это, в свою очередь, может повлиять на морскую экосистему высоких широт.

Целью экспедиций было исследование влияния льда (как морского, так и материкового) на распределение абиотической части прибрежной экосистемы, в частности, на карбонатную систему вод. Особое внимание было уделено изучению возможности стока вод из-под береговых ледников в холодное время года (март месяц). Другой немаловажной задачей работ было провести сравнение (интеркалибрацию) российской и норвежской методик определения гидрохимических параметров вод.

Экспедиции базировалась в г. Лонгйир, откуда добиралась до места для отбора проб на снегохо-

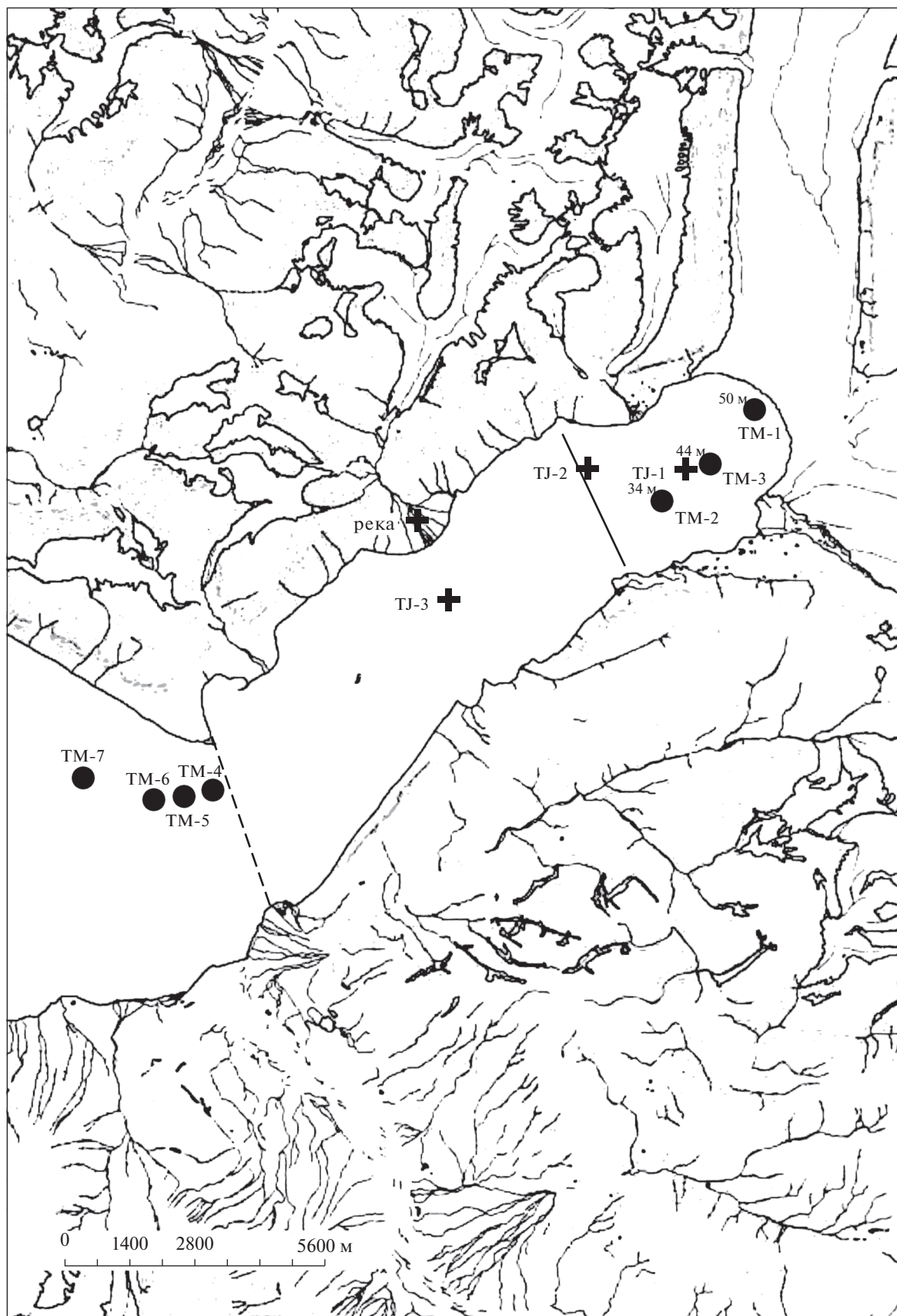
дах (в ледовой части фьорда), или на катере в открытой части залива. Отобранный материал в тот же день был проанализирован в лаборатории университета UNIS (г. Лонгйир), пробы на некоторые показатели были законсервированы и отправлены для дальнейшего анализа в лабораторию института NIVA.

В 2014 г. был проведен отбор проб морского льда и подледной воды на припае Темпл фьорда (3 станции), а также морской воды в незамерзшей части фьорда (2 станции). В 2015 г. отбор проводился на 3 станциях в воде фьорда и отобрана проба из водотока на северо-восточном берегу фьорда. Схема станций представлена на рисунке.

На станциях, расположенных на льду вначале извлекался керн льда. В ледяном керне проводились определения температуры по всей длине с дискретностью 10 см. Керны доставлялись в лабораторию, где делились на несколько слоев (как правило, на три слоя: поверхность, средняя часть и низ). В растопленном льду проводился тот же комплекс анализов, что и в пробах воды. На каждой станции (как подо льдом, так и в открытой воде) проводилось зондирование STD-зондом Aanderaa Saiv. Отбор проб проводился 2-х литровым пластиковым батометром с помощью ручной лебедки. Пробы воды для гидрохимических анализов отбирались с поверхности (или непосредственно подо льдом), на нижней границе поверхностного однородного слоя и с глубины 40–50 м. В случае необходимости, по результатам STD-зондирования, назначались дополнительные горизонты отбора проб в столбе воды.

В отобранных пробах проводились определения следующих параметров: величин рН и общей щелочности (Alk), содержания растворенного

Схема расположения станций в заливе Темпл фьорд. Круг – 16–20.03.2014 г.; крест – 17–18.06.2015 г. Сплошная линия – граница сплошного льда, пунктирная линия – границы битого льда 18.03.2014 г.



кислорода, общего растворенного неорганического углерода (C_{tot}) и его форм, растворенного органического углерода (DOC), биогенных элементов (фосфатов, силикатов, нитратного и нитритного азота).

Определения кислорода, биогенных элементов и форм растворенного неорганического углерода проводились по методикам [1, 3–5]. Часть анализов проводилась в лаборатории университета UNIS (г. Лонгйир), пробы на некоторые показатели были заморожены и отправлены для дальнейшего анализа в лабораторию института NIVA. Расчет компонентов карбонатной системы проводился по [3]. Всего за время двух этапов экспедиции выполнено 9 основных станций и 1 отбор пробы в воде, выпадающего в Темплфьорд водотока.

Предварительные результаты

Оценивая результаты проведенных исследований, можно сказать, что влияние материкового стока отчетливо прослеживалось на гидрохимической структуре вод фьорда не только в теплый, но и в холодный сезоны. Очевидно, что и в холодный период (а март месяц в данном районе, несомненно, относится к холодному сезону) происходит жидкий сток с берега. Воздействие берегового стока в марте проявлялось в уменьшении солёности и температуры воды непосредственно подо льдом. Особенно это проявлялось на станциях, выполненных со льда в глубине залива (ТМ-1–ТМ-3). Падение солёности было до 28 psu и ниже. На станциях, расположенных в мористой части фьорда (ТМ-4–ТМ-7) уменьшение солёности в поверхностном слое практически не отмечено, температура воды на поверхности незначительно уменьшалась. На станциях расположенных в глубине залива (выполненных со льда) в поверхностных водах отмечено понижение, по сравнению с чистой морской водой, величин C_{tot} и Alk, незначительно увеличивается величина pH и содержание биогенных элементов. Глубже 5 м гидрохимический состав вод практически не менялся. На станциях, расположенных на выходе из залива на открытой воде в поверхностных водах наблюдалось снижение содержания биогенных элементов, величин C_{tot} и Alk, содержание растворенного кислорода возрастало. От 5 и до 80 м состав вод был практически однородным.

Во время летних работ так же отмечено уменьшение солёности в поверхностных водах. В глубине залива (ст. TJ-1) падение солёности на по-

верхности достигало 10 psu, на станциях в мористой части залива – до 2 psu. На всех станциях температура воды уменьшалась от поверхности ко дну. От поверхности до горизонта 20 м понижение температуры составило 2–4°C. В верхнем 20–25 метровом слое наблюдалось уменьшение содержания биогенных элементов, величин C_{tot} и Alk, содержание кислорода, DOC и величины pH. Наиболее ярко это проявлялось в глубине залива. Вероятнее всего такое распределение гидрохимических параметров связано с двумя основными факторами: влиянием материкового стока и активности водной биоты.

Следует заключить, что воздействие материкового стока было отмечено как в первой, так и во второй экспедиции. Если во время летней съемки 2015 г. на берегах залива присутствовали многочисленные водотоки, то во время съемки 2014 г. единственным источником опреснения могла служить только талая вода ледникового происхождения.

Работа проведена при поддержке проекта 227151 Норвежского научного фонда (NRC) “CARSIC – Ocean Acidification in the Arctic: effects of ice” и 246752 “POMPA – Pollutants and carbonate system parameters in polar environment media: snow-ice-seawater-sediments-coastal discharge”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководство по химическому анализу морских и пресных вод при экологическом мониторинге рыбохозяйственных водоемов и перспективных для промысла районов Мирового океана. М.: Изд-во ВНИРО, 2003. 202 с.
2. Bates N.R., Mathis J.T. The Arctic Ocean marine carbon cycle: evaluation of air-sea CO₂ exchanges, ocean acidification impacts and potential feedbacks // Biogeosciences. 2009. V.6. P. 2433–2459.
3. DOE (1994) Handbook of methods for the various parameters of the carbon dioxide system in sea water; version 2 / Eds. Dickson A.G. & Goyet C., ORNL/CDIAC-74.
4. Hansen H.P. Determination of oxygen / Eds. Grashoff K. et al. Methods of Seawater Analysis. 3d, Completely Revised and Extended Edition. Wiley-VCH, Weinheim, New-York, Chichester, Brisbane, Singapore, Toronto, 1999. P. 75–90.
5. Hansen H.P., Koroleff F. Determination of nutrients / Eds. Grashoff K. et al. Methods of Seawater Analysis. 3d, Completely Revised and Extended Edition. Wiley-VCH, Weinheim, New-York, Chichester, Brisbane, Singapore, Toronto, 1999. P. 149–228.