

МОНИТОРИНГ ВОДНО-ЛЕДОВОЙ ЭКОСИСТЕМЫ В РАЙОНЕ СЕВЕРНОГО ПОЛЮСА: АПРЕЛЬ 2018 ГОДА

Начиная с Международного полярного года 2007/08 на ледовой базе «Барнео», которую организует Экспедиционный центр Русского географического общества в приполюсном районе Северного Ледовитого океана (СЛО), проводится мониторинг физических, химических и биологических характеристик водно-ледовой экологической системы. Результаты наблюдений публиковались в отечественных изданиях, а также докладывались на различных научных конференциях.

В апреле 2018 года исследования были продолжены. Ледовая база «Барнео» была организована в околополюсном районе СЛО на ледяном поле толщиной 150–180 см, на котором размещались лагерь и аэродром. В силу сложившихся организационных и логистических обстоятельств проведение полевых научных работ было ограничено коротким периодом времени: с 16 апреля (89° 33' с.ш. и 99° 37' в.д.) по 18 апреля (89° 26' с.ш. и 86° 14' в.д.).

Ледоисследовательские работы. Выполнено 20 измерений толщины льда и снега на дрейфующем льду в районе базового лагеря по направлениям: N, S, E, W. Средняя толщина льда составила 170 см, а снега 15 см (личное сообщение Т. Петровского (ААНИИ)). Данные измерений сходны с аналогичными данными наблюдений, выполненными в этом районе в период 2007–2015 годов. Отмечено заметное увеличение встречаемости льдов толщиной 140–160 см. Полученные данные подтверждают увеличение доли сезонных льдов в современном арктическом ледяном покрове в последнее десятилетие.

Гидрофизические исследования. Вертикальное CTD-профилирование в слое 0–50 м проводили зондом CastAway, который опускали на фале вручную через лунку на молодом разводье. Всего выполнено два вертикальных профиля: 17 апреля (89° 33' 52,6 с.ш. и 092° 33' 23,6 в.д.) и 18 апреля (89° 33' 59,6 с.ш. и 86° 14' 24,1 в.д.). Двухчасовое экспонирование зон-

да подо льдом показало неизменность значений температуры и солености в контактном слое «вода–лед». Более длительное экспонирование было невозможно вследствие разряджения батарей зонда в условиях низкой температуры воды.

Гидробиологические исследования. Выполнены три тотальных вертикальных лова планктона в слое 0–50 м (16, 17 и 18 апреля), которые проводили сетью Джели с входным отверстием 37 см и размером пор ячеи 150 мкм. Сеть опускали на фале вручную через ту же лунку на разводье, где выполнялись гидрофизические работы. Собранные пробы фиксировали формалином. Отобрана проба воды на предмет выявления видового состава фито- и зоопланктона. Поверхностную воду отбирали 20-литровой полиэтиленовой канистрой через лунку в разводье: 2 литра воды пропускали на установке обратной фильтрации через нуклеопоровый 1 мкм фильтр (на фитопланктон) и 15 литров — через сито с размером ячеи 150 мкм (на зоопланктон). Сконцентрированные пробы до объема 40 мл фиксировали формалином.

Криобиологические исследования. Ледяной керн для проведения криобиологического и гидрохимического анализов был отобран керноотборником Ковакс. Керн толщиной 151 см был поделен на кратные слои по 15 см каждый на предмет измерения солености, концентраций минеральных форм кремния и фосфора и видового состава криофлоры и криофауны. На данный момент выполнены измерения величин солености, которые соответствуют соленостям однолетнего льда и изменяются в пределах 3–5 ‰. Предварительный таксономический анализ показал, что видовой состав ледовой флоры представлен в основном диатомовыми водорослями и крайне беден по численности клеток.

В заключение хотелось бы высказать мнение о научной и логистической концепции многолетних исследований в ко-



Ледовый лагерь «Барнео» и ледовый аэродром (апрель 2018 года).
На снимке видна трещина, которая прошла поперек взлетно-посадочной полосы, сократив ее размеры почти на треть

Молодое разводье, где была проделана лунка во льду, через которую были выполнены CTD-профилирование и гидробиологические наблюдения



лополюсном пространстве СЛО, проведенных на ледовой базе «Барнео» начиная с МПГ-2007/08.

Важно, что идеология многолетнего мониторинга основана на постоянстве географического района исследований и времени наблюдений, организации полевых работ, использовании идентичного оборудования для сбора проб и лабораторных методов их обработки. Именно такой подход дал возможность для сравнения получаемых результатов наблюдений в одном районе, сделать выводы о направленности и величинах трендов и динамике изменений на межгодовом уровне, влиянии климатического фактора на изменения физической среды и составе биологических водных и ледовых сообществ. Выполненные наблюдения позволили собрать разнообразные материалы в околополюсном пространстве в соответствии с этой идеологией, а анализ полученных данных показал, что в Центральном Арктическом бассейне происходят заметные изменения физических и биологических характеристик водно-ледовой экосистемы. Выявлены изменения качественного состава ледяного покрова, гидрофизических характеристик поверхностных вод, а также видового состава биологических сообществ морского льда. Смена до-

минирования многолетних льдов сезонными льдами привела к перестроению в составе, структуре и функционировании биологических сообществ, прежде всего растительных. Сделано предположение, что в связи с возрастанием площади открытых ото льда водных пространств будет возрастать роль планктонных над ледовыми сообществами в создании органической продукции в океане. Важность продолжения мониторинга водно-ледовой экологической системы в центральных районах СЛО трудно переоценить.

Работа выполнена при финансовой поддержке темы госзадания № 0149–2018–0008, а также частичной поддержке грантов РФФИ № 18–05–00099 и РФФИ/РГО № 17–05–41197. Логистическая поддержка настоящей экспедиции была оказана Экспедиционным центром РГО и сотрудниками ледовой базы «Барнео» имени А.В. Орлова, которым автор выражает глубокую благодарность за помощь в организации и проведении полевых работ.

*И.А. Мельников (Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН).
Фото автора*

ДВЕ ТЫСЯЧИ ЛЕТ КЛИМАТИЧЕСКОЙ ИСТОРИИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АНТАРКТИДЫ ПО ДАННЫМ ФИРНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В РАЙОНЕ СТАНЦИИ ВОСТОК

Ледниковый покров Антарктиды представляет собой гигантское хранилище данных о прошлых изменениях климата нашей планеты. Даже в разгар лета температура воздуха в центральных районах материка едва ли поднимается выше -20°C , поэтому все атмосферные осадки выпадают исключительно в твердом виде, а выпав — остаются здесь навсегда. На протяжении десятков и сотен тысяч лет они откладываются слой за слоем на поверхности ледникового покрова, сохраняя для нас информацию о погодных условиях, сопутствовавших формированию этого снега.

Вот уже на протяжении более 50 лет изучение ледяных кернов — образцов льда, добытых в результате глубокого бурения антарктического ледяного щита, — приносит ценные сведения о колебаниях температуры воздуха, количестве осадков, содержании парниковых газов в атмосфере, интенсивности атмосферной циркуляции и многих других параметрах в далеком прошлом. Два наиболее известных проекта по глубокому бурению льда в Антарктиде были осуществлены на российской станции Восток и на франко-итальянской станции Конкордия. Первый позволил впервые получить полную климатическую запись за последние четыре полных климатических цикла (400 тыс. лет, см.: *Petit J.R., Jouzel J., Raynaud D., Barkov N.I., Barnola J.M., Basile I., Bender M., Chappellaz J., Davis M., Delaygue G., Delmotte M., Kotlyakov V.M., Legrand M., Lipenkov V.Y., Lorius C., Pepin L., Ritz C., Saltzman E., Steffenard M.* Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica // *Nature*. 1999. V. 399. № 6735. P. 429–436), а второй продлил климатический ряд до 800 тыс. лет в прошлое (EPICA. Eight glacial cycles from an Antarctic ice core // *Nature*. 2004. № 429. P. 623–628).

Международная группа экспертов по изучению ледяных кернов (IPICS — *International Partnership in Ice Core Sciences*) сформулировала несколько приоритетных задач, на которые следует направить усилия международного научного сообщества (см.: <http://www.pages-igbp.org/ini/end-aff/ipics/white-papers>):

1. Поиск древнейшего в мире льда, который дал бы возможность реконструировать климатическую изменчивость за последние 1,5 млн лет. Обзор усилий, достигнутых в этом направлении за последнее время, см. в статье (*Липенков В.Я., Екайкин А.А.* В поисках древнейшего льда Антарктиды // *Лед и снег*. 2018. Т. 58. № 2. С. 255–260. doi: 10.15356/2076-6734-2018-2-255-260).

2. Изучение предыдущего межледникового 120 тыс. л.н.

3. Исследование причин и механизмов резких климатических колебаний во время последнего ледникового периода, а также перехода от холодной климатической эпохи к голоцену.

4. Изучение климатической изменчивости на протяжении последних 2 тыс. лет.

Последний проект ставит целью изучение того естественного фона, на котором развиваются современные глобальные климатические изменения, связанные с деятельностью человека.

Недавно опубликованные сводные климатические кривые, охватывающие два последних тысячелетия, включают всего лишь 11 записей антарктических ледяных кернов (PAGES 2k consortium. Continental-scale temperature variability during the past two millennia // *Nature Geoscience*. 2013. V. 6. P. 339–346). В Антарктиде ощущается острая нехватка климатической информации для этого интервала времени, и это особенно актуально для Центральной Антарктиды.

Не является исключением и район станции Восток. 400-тысячелетний ряд имеет слишком грубое временное разрешение и поэтому не может быть использован для детального анализа климата в масштабе десятков и сотен лет. Детальный климатический ряд, полученный по данным мелких скважин и глубоких шурфов, охватывает лишь последние 300 лет (*Eckaykin A.A., Kozachek A.V., Lipenkov V.Ya., Shibaev Yu.A.* Multiple climate shifts in the Southern Hemisphere over the past three centuries based on central Antarctic snow pits and core studies // *Annals of Glaciology*. 2014. V. 55. № 66. P. 259–266).