

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ «ЛЕД–ВОДА» В ОКОЛОПОЛЮСНОМ РАЙОНЕ СЕВЕРНОГО ЛЕДОВИТОГО ОКЕАНА (ПО МАТЕРИАЛАМ ПАЛЭКС)

Основной целью исследований явилось выявление особенностей распределения физических, химических и биологических характеристик морского льда и поверхностных вод в околополюсном районе Северного Ледовитого океана (СЛО). Исследования в период работ ПАЛЭКС 2007–2010 гг. выполнялись по единой научной программе с использованием единых методов полевых наблюдений, сбора и обработки собранных материалов.

Полевые работы были выполнены в районе дрейфа ледовой базы Барнео. В 2007 г. полевые работы охватывали период с 6 по 26 апреля, за который ледовый лагерь дрейфовал от первоначальных позиций на $89^{\circ}30'$ с.ш. сначала к северному полюсу, а затем строго на юг до $88^{\circ}57'$ с.ш. Научная концепция ПАЛЭКС 2007 г. была сохранена в 2008, 2009 и 2010 гг. Полевые работы в 2008 г. были организованы на том же ледовом поле, где располагалась ледовая база Барнео, и продолжались с 1 по 20 апреля. В апреле 2009 г. аналогичные исследования в этом районе СЛО были выполнены со 2 по 22 апреля. В 2010 г. работы проводились с 1 по 20 апреля. На рис. 1 показаны дрейфы ПАЛЭКС в 2007–2010 гг., построенные по ежесуточным координатам на 09 ч МСК. Информационные сообщения о проводившихся наблюдениях приведены на сайте экспедиции (<http://raiceh.ocean.ru/>) и доступны в публикациях.

Толщина ледового покрова. Измерения толщины снега и льда проводили через каждые 100 м в направлениях на север, юг, восток, запад от базового лагеря. Для бурения применялся мотобур фирмы «Tanaka» со шнеками фирмы «Kovaks». Средняя толщина льда в период максимального развития составила 177, 181, 183 и 162 см в 2007, 2008, 2009 и 2010 гг. соответственно. Отмечено увеличение встречаемости сезонных льдов (группа льдов толщиной 160–180 см) и уменьшение встречаемости многолетнего льда (группа льдов более 200 см).

Гидрофизические исследования. Полученные данные свидетельствует о том, что температура атлантических вод в приполюсном районе Арктического бассейна продолжает оставаться, как и в предыдущих измерениях в этом районе в 2007–2008 гг., на $0,3^{\circ}$ теплее климатической нормы (рис. 2). Верхняя граница атлантических вод в этом районе также продолжает располагаться на 30 м выше при сравнении с климатической нормой. Соленость верхнего перемешанного слоя, в отличие от экспедиций 2007–2008, понизилась в 2009 г. на 2 ‰ (рис. 3), что говорит о возвращении гидрофизических характеристик поверхностной арктической водной массы к состоянию, в котором они находились в период наблюдений до 1990 г. Наличие относительно пресной воды в перемешанном слое и галоклине в 2009 г. существенно препятствует передаче тепла

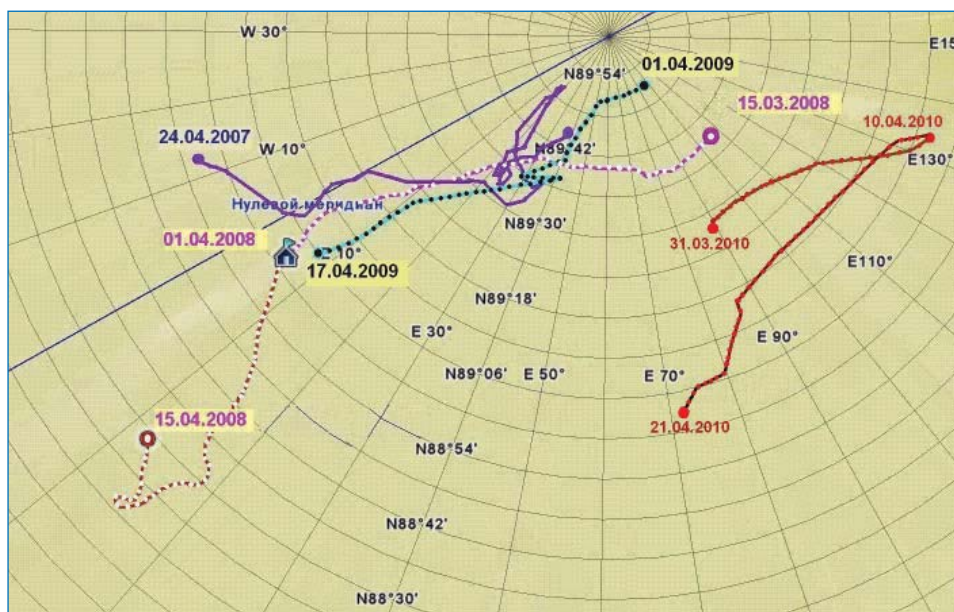


Рис. 1. Дрейфы ПАЛЭКС в 2007, 2008, 2009 и 2010 гг.

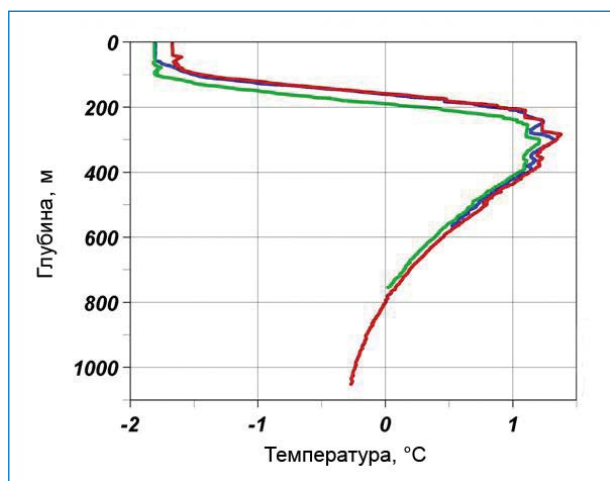


Рис. 2. Вертикальное распределение температуры в 0–1000 м водном слое по наблюдениям в 2007 (зеленый), 2008 (синий) и 2009 (красный) гг. в период работ ПАЛЭКС

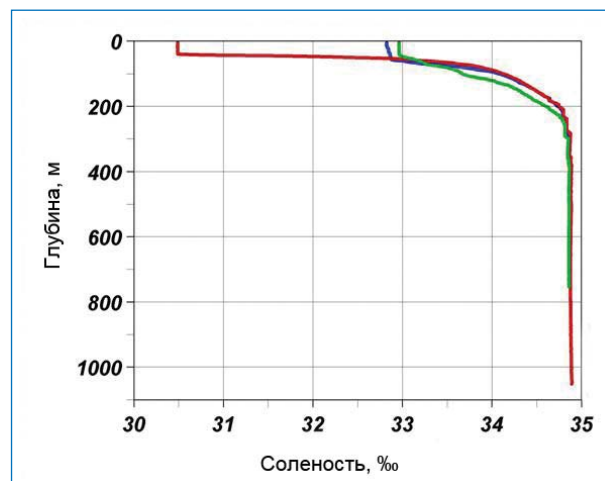


Рис. 3. Вертикальное распределение солености в 0–1000 м водном слое по наблюдениям в 2007 (зеленый), 2008 (синий) и 2009 (красный) гг. в период работ ПАЛЭКС

от теплых атлантических вод ко льду. В 2010 г. температура атлантических вод остается, в среднем, на 0,3–0,4 °С теплее, а соленость на 0,03 ‰ преснее среднего климатического распределения. При этом верхняя граница атлантических вод была на 60 м выше, а нижняя на 60 м ниже относительно «климата». Таким образом, и объем и температура атлантических вод в 2010 г. сохранялись выше климатической нормы. Вместе с тем в сравнении с состоянием предыдущих измерений ПАЛЭКС в 2007–2009 гг. в приполюсном районе характеристики атлантических вод не претерпели существенных изменений.

Планктон. В планктоне, собранном в апреле 2007 г., идентифицировано 25 таксонов, из которых 13 видов приходится на отряд Copepoda. Данные по соотношению численности доминирующих видов зоопланктона (*Calanus glacialis*, *C. hyperboreus*, *Metridia longa*, *Pseudocalanus minutus*, *Scaphocalanus magnus*, *S. longicornis*, *Microcalanus pygmaeus*, *Oithona similis*, *Eukrohnia hamata*) показывают, что межвидовое соотношение сохраняется на всех станциях, но общая численность в слое 0–300 м различается значительно, что может быть связано с пространственной неоднородностью в распределении зоопланктона по глубине. Данные по слою 0–50 м показывают, что в это время года в поверхностной арктической водной массе доминирует только один вид – *Oithona similis*.

В пробах планктона ПАЛЭКС-2009 идентифицировано 32 таксона, из которых по численности в слое 0–300 м доминируют *Calanus glacialis*, *C. hyperboreus*, *Metridia longa*, *Pseudocalanus minutus*, *Spinocalanus longicornis*, *Microcalanus pygmaeus*, *Oithona similis*, *Oncaea notopus*. Фауна в слое 0–50 м бедна как по видовому составу, так и по численности: в это время года в поверхностной арктической водной массе доминирует только один вид – *Oithona similis*, другие виды – *Calanus glacialis*, *Metridia longa*, *Microcalanus pygmaeus*, *Paraeuchaeta glacialis* – встречены здесь в единич-

ных экземплярах. Отмечено высокое сходство по численности и видовому составу зоопланктона и криопелагической фауны в сборах 2007 и 2008 гг.

Микрофлора морского льда. В 2007 г. состав флоры морского льда включал 62 вида водорослей из 3-х отделов, в том числе 46 диатомовых; наиболее разнообразные – роды *Thalassiosira* (8), *Navicula* (7), *Nitzschia* (6) и *Chaetoceros* (5 видов). Численность клеток водорослей составляла 10^3 – 10^4 клеток в литре, среди которых преобладали – *Nitzschia frigida*, *N. polaris* и *Fragilariopsis cylindrus*. В 2008 г. в пробах льда было обнаружено 45 видов водорослей из трех отделов, в том числе 27 диатомовых. Наиболее разнообразные – роды *Chaetoceros* (8 видов) и *Nitzschia* (5). Численность водорослей составляла 10^2 – 10^3 клеток в литре, доминировали – *Rhizosolenia hebetata f. semispina* и *Cylindrotheca closterium*. В 2009 г. был идентифицирован 31 вид из трех отделов. Интересно отметить, что в пробах льда 2009 г. в массе были представлены планктонные формы, характерные для весеннего (частично даже для летнего!) «цветения»: виды родов *Pseudo-nitzschia*, *Nitzschia*, *Chaetoceros* и *Thalassiosira*. Только виды *Fossula arctica*, *Fragilariopsis cylindrus*, *Cylindrotheca closterium* и *Entomoneis sp.* относятся к ледовым и планкто-ледовым формам. Весьма любопытно также нахождение мощных включений диатомовых в толще льда, придающих ледовому слою бурю окраску (рис. 4). Положение слоев было различным: в первом случае на расстоянии 30–40 см от верхней (снежной) поверхности льда толщиной 198 см, а во втором, напротив, в 30–40 см от нижней (морской) поверхности льда, толщина которого достигала 200 см. Образование таких слоев во льду, вероятно, происходит следующим образом: толщина остаточного после летнего таяния льда составляла в первом случае 30–40 см, а во втором – около 140–160 см. В период осенней стадии сукцессии водорослей последние могли актив-

■ ИССЛЕДОВАНИЯ В АРКТИКЕ



Рис. 4. Включения водорослей в верхнем 30–40 см слое ледового керна толщиной 198 см (ПАЛЭКС–2009)

но развиваться на нижней морской поверхности льда, что привело к образованию мощного бурого слоя. Как известно, лед растет снизу, поэтому зимой на этот (старый) лед нарастают новые слои и диатомовые водоросли оказываются включенными (вмерзшими) в его толщу. Существенная

разница в численности диатомовых в пробах свидетельствует о неоднородности и случайности сложившихся условий консервации водорослей.

Ледовая фауна. Кривофауна, обитающая в межкристаллических пространствах, главным образом в нижних слоях льда, оказалась поразительно бедной: в большинстве просмотренных проб, собранных в период 2007–2009 гг., были отмечены только отдельные особи коловраток (*Rotatoria*), а такие характерные виды криоинтерстициального биоценоза, как нематоды, турбеллярии, молодь амфипод, копепод, ранее обильно встречавшиеся в центральных районах СЛО, в исследуемый период не были встречены ни разу. Аналогично бедна криопелагическая фауна, связанная с обитанием на нижней (морской) поверхности льда: в пробах, собранных во время водолазных работ подо льдом в период дрейфа ПАЛЭКС в апреле 2007, 2008, 2009 и 2010 гг., были идентифицированы молодь амфиподы *Apherusa glacialis* и единичные особи *Oithona similis* и *Calanus glacialis*.

Выводы. Полученные данные свидетельствуют о том, что в современном морском арктическом ледовом покрове сосуществуют две различные по составу и функционированию экологические системы многолетнего и сезонного льда. Поскольку доля первой динамично уменьшается и одновременно возрастает доля последней, то на данном этапе происходит постепенное перестроение в экосистеме пелагиали СЛО. Если такая динамика сохранится, то можно предположить, что со временем морская Арктика может приобрести черты морской Антарктики.

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

■ НОВОСТИ КОРОТКОЙ СТРОКОЙ

30 марта – РИА Новости. Москва. «В 2009 г. практически завершены геолого-разведочные работы на шельфе в Каспийском и Охотском морях, в текущем году все работы за счет средств федерального бюджета будут сосредоточены на арктических акваториях», – сказал вице-премьер РФ Сергей Иванов, выступая во вторник на заседании Морской коллегии РФ. Он отметил, что «общая геолого-геофизическая изученность российских акваторий является крайне низкой и весьма неравномерной. Именно поэтому углеводородный потенциал моря Лаптевых, Восточно-Сибирского и Чукотского морей оценивается лишь приблизительно в 100 миллиардов тонн условного топлива». <http://www.rian.ru/business/20100330/217121897.html>

30 марта – Радио Свобода. На совещании по Арктике, прошедшем в понедельник в канадском городке Челси, представители Канады, Дании, Норвегии, России и США договорились углублять сотрудничество в регионе. Речь идет о большей координации при разработке проектов, касающихся судоходства, освоения природных ресурсов Арктики и сохранения ее экосистемы. http://www.svoboda.ru/archive/ru_news_zone/20100330/17/17.html?id=1997208

5 апреля – compulenta.ru. Освобождение закиси азота, к которому приводит таяние вечной мерзлоты в Арктике, недооценивается. К этому выводу ученые из Дании и Норвегии пришли в результате мониторинга ситуации в районе водно-болотных угодий Закенберг в восточной части Гренландии. За последние годы объем выбросов закиси азота подскочил в 20 раз и достиг уровня тропических лесов (журнал *Nature Geoscience*). <http://science.compulenta.ru/520601/>

6 апреля – compulenta.ru. Площадь морского льда, покрывающего Арктику, значительно выросла за прошедшую зиму, достигнув самого высокого показателя с 2001 г. Более того, обычно своей нижней границы морской лед достигает в середине марта, однако нынче он продолжал ползти на юг и в конце месяца. Ученые Американского национального центра снега и льда (NSIDC) подчеркивают, что это явление – аномалия, а никакое не опровержение теории глобального потепления. К суровой зиме в Северном полушарии привело изменение розы ветров в полярных широтах. <http://science.compulenta.ru>