

ОКЕАНОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ЭКСПЕДИЦИИ «ЯМАЛ-АРКТИКА 2012»

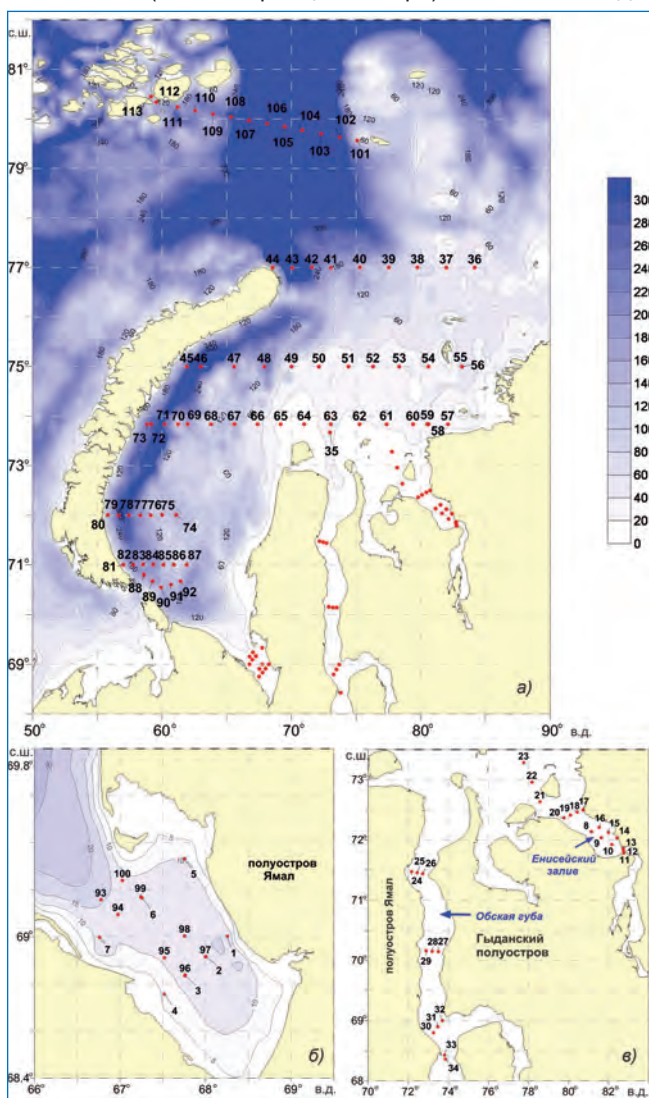
Арктические моря образуют важную переходную зону между арктическим побережьем и глубоководной частью океана. Факторы, регулирующие климат и процессы изменения окружающей среды, такие как атмосферная циркуляция, морской ледяной покров и речной сток, особенно подвержены изменчивости на акваториях арктических морей. Последние два десятилетия характеризуются значительными климатическими изменениями, наблюдающимися как в Северном Ледовитом океане (СЛО), так и во всех арктических морях. Увеличение температур поверхностного слоя и атлантических вод, поступающих в СЛО, уменьшение ледяного покрова, достигшего исторического минимума в сентябре 2012 г., привели к серьезной перестройке термохалинной структуры водной толщи всего СЛО. Помимо этого в результате антропогенной деятельности возрастает нагрузка на морские экосистемы. Добыча углеводородов, промышленное развитие северных регионов и экстенсификация судоходства увеличивают риски загрязнения окружающей среды. В связи с этим проведение мониторинга состояния природной среды арктических морей и СЛО играет важную роль в изучении и прогнозировании глобального изменения климата, его влияния на окружающую среду и природопользование.

В период с 1 августа по 22 сентября 2012 г. была успешно проведена комплексная арктическая экспедиция морского базирования «Ямал-Арктика 2012» на НИС «Профессор Молчанов». В задачи экспедиции входило проведение работ как на территории полуострова Ямал с прилегающими к нему акваториями, так и на шельфовой части Карского моря. Данная статья посвящена океанографическим исследованиям, которые были направлены на получение новой информации о состоянии гидрологических и гидрохимических условий Карского моря, изучение изменчивости гидрологических характеристик и факторов, ее определяющих, а также фронтальных зон на границе взаимодействия речных и морских вод.

Океанографические работы проводились в два этапа. На первом этапе, который состоялся в период с 1 по 28 августа, как предполагалось заранее, работы должны были проходить в режиме попутных наблюдений. Однако благодаря грамотному планированию судового времени начальником экспедиции В.А.Оношко, удалось без ущерба другим научным группам выполнить комплекс

специальных наблюдений за термохалинными характеристиками и распространением речных и морских вод в Обской губе и Енисейском заливе. Особую актуальность данным работам придает хозяйственно-экономическая деятельность Ямало-Ненецкого автономного округа, в том числе направленная на сооружение современной портовой инфраструктуры в Обской губе и на развитие судоходства по трассе Северного морского пути.

Во время второго этапа экспедиции (с 28 августа по 22 сентября) была выполнена океанографическая съемка Карского моря по разрезам, расположенным в широтном направлении. Дополнительно по просьбе губернатора ЯНАО Д.Н.Кобылкина были продолжены работы в Байдарацкой губе. Данное решение явилось следствием полученных на первом этапе результатов, которые показали наличие углеводородов и пониженного содержания растворенного кислорода в водах Байдарацкой губы. Также после окончания основных работ при заборе рабочей группы с полярной станции на о. Хейса (Земля Франца-Иосифа) был выполнен до-



Общая схема океанографических станций, выполненных во время первого и второго этапов экспедиции (август–сентябрь 2012 г.) (а); схема океанографических станций, выполненных в Байдарацкой губе (б); схема океанографических станций, выполненных в Обской губе и Енисейском заливе (в).



Комплекс для отбора проб воды SBE 32c (слева) и CTD-зонд SBE 19 plus (справа). Фото М.Махотина.

полнительный океанографический разрез, пересекающий желоб Святой Анны в направлении о. Визе – ЗФИ.

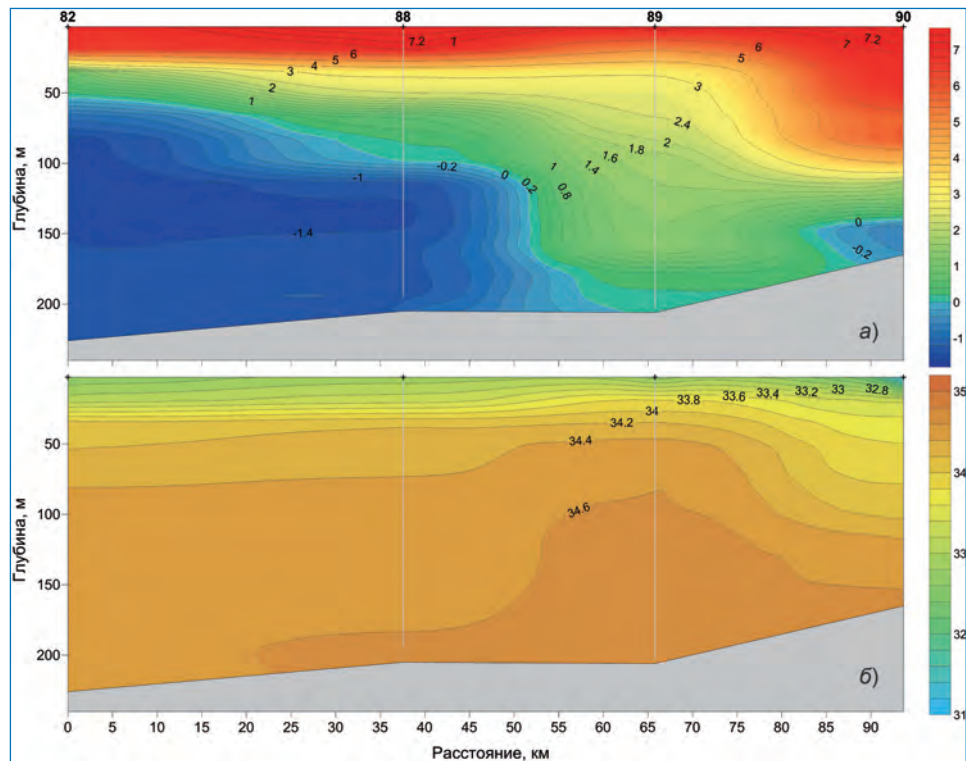
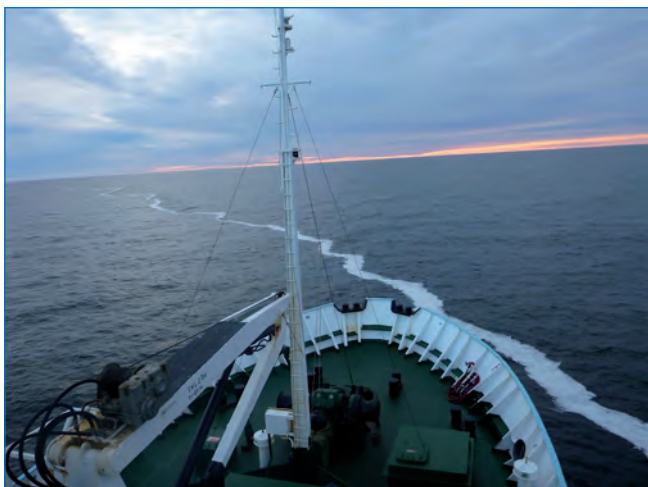
Отдельно следует упомянуть проведенную серию исследований в юго-западной части Карского моря в Новоземельском желобе и у Карских Ворот. Анализ океанографических съемок предыдущих рейсов («Баркалав» – 2007, 2008 гг.) показал наличие теплой струи, залегающей на глубинах 70–100 м и распространяющейся условно в меридиональном направлении. Океанографической группой было решено при прохождении данного района провести дополнительные измерения для изучения этого интересного явления и установления его происхождения. Данная инициатива была поддержана начальником экспедиции, что позволило детально установить распространение теплой струи от Карских Ворот до 72° с.ш. в районе Новоземельского желоба.

Океанографические исследования выполнялись сотрудниками ААНИИ М.С.Махотиним, Е.В.Блошкиной и А.А.Балакиным. Исследователям помогли проходящие летнюю полевую практику студенты российско-германской магистерской программы «ПОМОР», реализуемой в Санкт-Петербургском государственном университете (СПбГУ).

Для производства океанографических измерений и отбора проб воды для последующего гидрохимического анализа использовался современный комплекс SBE 32с, оснащенный 12 батометрами емкостью 5 л, и CTD-зонд SBE 19 plus для измерения температуры, давления и электропроводности (солености) морской воды.

В ходе океанографических исследований выполнено 113 зондирований водной толщи, в т. ч. 36 – в прибрежных акваториях п-ова Ямал и 77 станций – на акватории шельфовой части Карского моря.

Фронтальный раздел между распресненными и более солеными водами в Карском море. Фото Д.Элькиной.

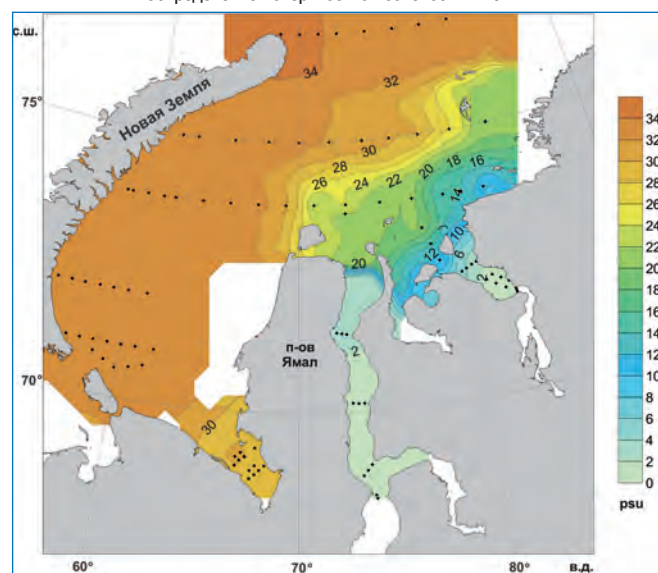


Распределение температуры (а) и солености (б) на разрезе к северу от Карских Ворот (сентябрь 2012 г.) (станции 82, 88–90).

Специальная серия наблюдений, проведенная в юго-западной части моря, выявила заток подповерхностных теплых вод из Баренцева моря через пролив Карские ворота. Как показали данные измерений, струя подповерхностных вод распространяется в северном направлении в районе Новоземельского желоба и отмечается до широты 72°. Такое же явление было зафиксировано в октябре 2007 и 2008 гг. в экспедициях «Баркалав-2007, 2008» и в августе 2010 г. в экспедиции «Арктика-2010», что позволяет сделать вывод о его постоянстве.

По результатам работ экспедиции в Карском море было обнаружено, что Енисейский залив и Обская губа в августе 2012 г. практически полностью заняты пресной речной водой. Фронтальная зона смешения речных и морских вод смещена восточнее относительно среднемноголетнего положения. С запада зона влия-

Распределение поверхностной солености в 2012 г.



ния распресненных вод ограничена 70° в.д., с севера 74–75° с.ш. Подобное распределение является не совсем типичным, так как к концу летнего периода речные воды, как правило, распространяются севернее, достигая широты мыса Желания (77° с.ш.), как это наблюдалось, например, по съемкам 2007 и 2008 гг.

В завершение можно констатировать, что программа экспедиции была выполнена в полном объеме. Полученные данные будут использованы для решения практических и научных задач ряда федеральных и ведомственных программ, таких как ФЦП «Мировой океан», ЕСИМО и ЦНТП Росгидромета, направленных на изучение и оценку гидрометеорологических условий россий-

ских арктических морей и устьев рек, ввод в опытную эксплуатацию и внедрение в оперативную работу моделей и технологий расчетов гидрометеорологических параметров, развитие баз данных гидрологических и гидрохимических характеристик по акваториям арктических морей.

Пополнение базы данных гидрологических характеристик и удлинение ряда наблюдений позволяет исследовать отклик морских экосистем на происходящие глобальные климатические изменения и прогнозировать их развитие в будущем.

*М.С.Махотин, Е.В.Блошкина,
А.А.Балакин (АНИИ)*

ИССЛЕДОВАНИЯ МИКРОЗООПЛАНКТОНА КАРСКОГО МОРЯ И ПРИБРЕЖНЫХ ВОД ПОЛУОСТРОВА ЯМАЛ В ХОДЕ ЭКСПЕДИЦИИ «ЯМАЛ-АРКТИКА 2012»

Уменьшение ледового покрова Арктики привело к появлению сезонных пространств открытой воды, простирающихся от прибрежного шельфа до глубоководных бассейнов. Особенно сильные изменения произошли в относительно мелководных Баренцевом и Карском морях. Один из структурообразующих элементов полярных экосистем, морской лед является связующим звеном между изменениями климата и арктической биотой. Снижение ледовитости уже привело к росту пелагической первичной продукции при увеличении доли мелкоразмерной фракции фитопланктона в полярных системах. Изменения в основании пищевой сети могут оказать значительное влияние на верхние трофические уровни, включая промысловые виды рыб, морских млекопитающих и птиц. Однако эти изменения зачастую носят нелинейный характер, и их изучение и прогнозирование требует детальной информации об основных биологических компонентах.

Одним из таких компонентов является микрозоопланктон, играющий важную роль в потреблении первичной продукции и регенерации биогенов в мировом океане включая Арктику. Он состоит в основном из гетеротрофных и миксотрофных (т.е. совмещающих фотосинтез и поглощение других клеток) простейших, включая цилиат, динофлагеллят и саркодовых. В прибрежных водах в сообщества микрозоопланктона могут также входить коловратки. Науплии ракообразных и ларватории других беспозвоночных обычно рассматриваются совместно с сетным зоопланктоном. В Карском море достаточно подробно изучен видовой состав динофлагеллят. Однако в предыдущих исследованиях они рассматривались исключительно среди фитопланктона, ввиду присутствия хлоропластов в их цитоплазме. Цилиаты были исследованы только подо льдом ранней весной. Таким образом, комплексного изучения микрозоопланктона, одновременно учитывающего все его компоненты, в этом районе Арктики не проводилось. Данные по питанию микрозоопланктона в Карском море в литературе также отсутствуют.

Целью настоящего исследования являлось изучение микрозоопланктона Карского моря включая прибрежные воды полуострова Ямал. Задачи исследования включали определение видового состава массовых

видов, их горизонтального и вертикального распределения, численности и биомассы, сопоставление количественных показателей микрозоопланктона с опубликованными данными по сетному зоопланктону и оценку участия микрозоопланктона в потреблении первичной продукции.

Пробы морской воды для подсчета и определения микрозоопланктона были отобраны с различных глубин батометрами Нискина на 43 гидрографических станциях, расположенных в Карском море, юго-восточной части Баренцева моря, проливе Карские Ворота, Байдарацкой губе, в районе порта Харасавэй, вблизи островов Белый, Вилькицкого, Сибирякова, в Обской губе, а также в Енисейском и Гыданском заливах. Температура и соленость были определены датчиками STD. Концентрации хлорофилла «а» (самый распространенный фотопигмент среди морского фитопланктона) были определены на флуориметре. Микрозоопланктон был определен до вида и подсчитан с использованием микроскопа, оборудованного цифровой камерой. Биомасса микрозоопланктона была определена в единицах углерода. Содержание хлорофилла в миксотрофных динофлагеллятах и цилиатах было рассчитано исходя из их клеточного объема. Скорости роста фитопланктона и его выедания микрозоопланктоном были определены по модифицированному методу разведения. Вода для этих экспериментов была отобрана с поверхности вблизи о. Белый (ст. 7, 8,4 °С, 27,8 ‰) и о. Сибирякова (ст. 14, 8,5 °С, 13,0 ‰). Экспериментальные пробы были инкубированы на палубе в проточной забортной воде в течение 24 часов. Скорость роста фитопланктона была рассчитана с допущением экспоненциального роста.

Концентрации хлорофилла в перемешанном слое изменялись от минимума в 0,25 мг·м⁻³ в районе о. Вилькицкого до 4,5 мг·м⁻³ в пресноводном районе Енисейской губы и были близки к литературным данным. Исключением явились данные по Обской губе в районе Сабетты–Тамбея (17,1 мг·м⁻³). Насколько нам известно, это максимальная концентрация хлорофилла, обнаруженная на Ямальском побережье за весь период исследований. Цилиаты преобладали в биомассе микрозоопланктона во всех трех гидрографических районах – речном, эстуарном и на внутреннем шель-