

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕДИЦИИ К СЕВЕРНОМУ ПОЛЮСУ НА БОРТУ АТОМНОГО ЛЕДОКОЛА «50 ЛЕТ ПОБЕДЫ» В ЛЕТНИЙ СЕЗОН 2022 ГОДА

Одним из наиболее ярких проявлений климатических изменений в высоких широтах Северного полушария является сокращение площади и средней толщины морских льдов. Начиная с 1979 года (эра спутниковых наблюдений) в летний сезон наблюдается максимальное уменьшение площади льдов в Арктике, составляющее в сентябре порядка 45 %, с 1979 по 2017 год (Stroeve J., Notz D. Changing state of Arctic sea ice across all seasons // *Environmental Research Letters*. 2018. V. 13. № 10. 103001). Кроме того, толщина арктического ледяного покрова в зимние месяцы сократилась в среднем на 1,5 м за период 1979–2018 годов (Kwok R. Arctic sea ice thickness, volume and multiyear ice coverage: losses and coupled variability (1958–2018) // *Environmental Research Letters*. 2018. V. 13. № 10. 105005). В Северном Ледовитом океане уменьшилась доля старых льдов, которые в настоящее время покрывают менее трети всей его акватории, по сравнению с приблизительно 60 % в начале 1980-х годов.

В настоящее время основным источником данных о состоянии ледяного покрова являются спутниковые снимки различных диапазонов. Результатом их дешифрирования являются обзорные ледовые карты Северного Ледовитого океана и региональные ледовые карты Евразийской Арктики (<https://www.aari.ru/data/realtime>), которые в оперативном режиме составляются ледовыми экспертами центра «Север» Арктического и антарктического научно-исследовательского института (ААНИИ). Основная задача ледового эксперта состоит в правильной интерпретации спутниковых изображений, что требует большого опыта и, по возможности, участия в экспедиционных работах (Афанасьева Е.В. и др. Применение данных судового телевизионного комплекса в оперативном гидрометеорологическом обеспечении морской деятельности на примере картирования толщины ледяного покрова в Арктике // *Проблемы Арктики и Антарктики*. 2022. № 68. Т. 2. С. 96–117).

Однако для валидации результатов дешифрирования снимков необходимо их сравнение с данными натурных измерений основных параметров ледяного покрова.

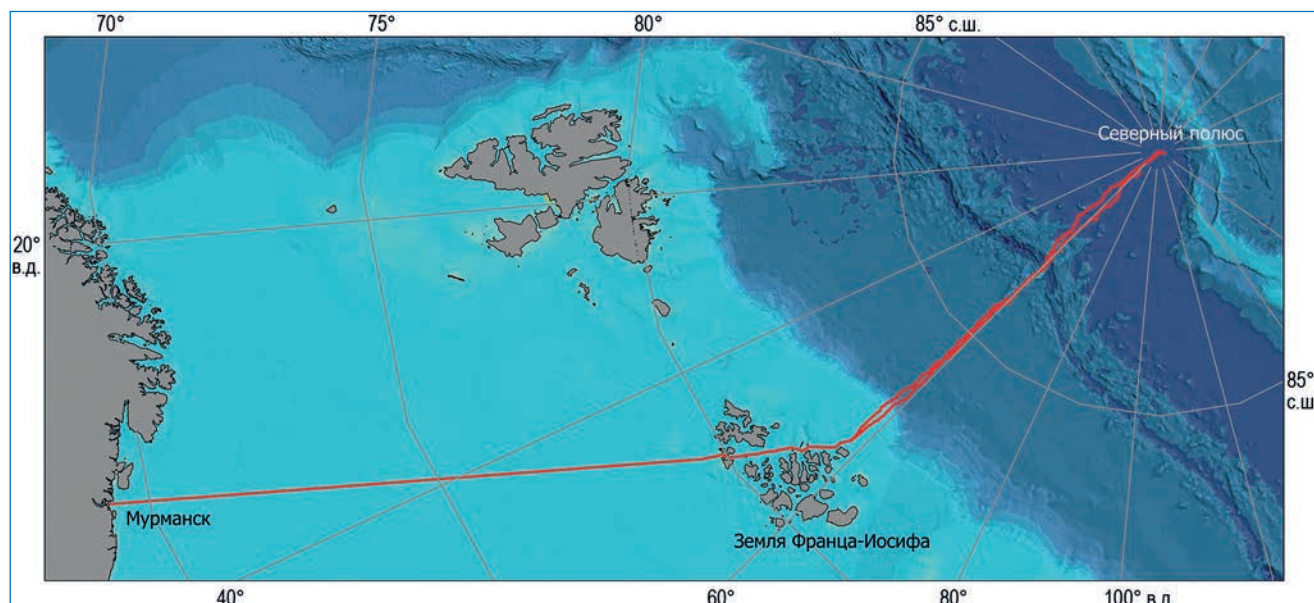
Проведение специальных ледовых наблюдений позволяет получить такие данные непосредственно в тех районах, для которых осуществляется картирование ледовой обстановки. Поэтому специальные судовые наблюдения занимают важное место в вопросе изучения ледяного покрова Северного Ледовитого океана.

История круизных рейсов в приполюсный район Арктического бассейна берет свое начало с августа 1990 года, когда атомный ледокол «Россия» впервые достиг географической точки Северного полюса с туристами на борту. С тех пор туристические рейсы на отечественных атомных судах («Россия», «Советский Союз», «Ямал», а с 2007 года — «50 лет Победы») стали проводиться регулярно в летний сезон, когда ледоколы не заняты проводкой транспортных судов по Северному морскому пути.

В периоды 1991–1996, 2006–2013 годов, а также в 2018–2019 и в 2021–2022 годах сотрудники ААНИИ принимали активное участие в круизах с целью получения высокодетализированной информации о состоянии ледяного покрова на участке от архипелага Земля Франца-Иосифа до Северного полюса. Эти данные представляют особый интерес, поскольку маршрут пересекает западную часть Трансарктического дрейфа — одного из основных элементов циркуляции морских льдов в Арктическом бассейне. Маршрут плавания стандартный: из порта Мурманск ледокол следует через проливы архипелага Земля Франца-Иосифа к Северному полюсу, а затем возвращается в порт через восточную или центральную части архипелага. Путь следования ледокола между островами архипелага может незначительно меняться в зависимости от ледовой обстановки и выбора мест для кратковременных высадок туристов на берег.

В минувший сезон на борту ледокола «50 лет Победы» сотрудник ААНИИ участвовал в двух туристических рейсах, с 8 по 17 июля и с 19 по 28 июля 2022 года. На рис. 1 представлен маршрут движения ледокола во втором полюсном рейсе. В состав ледоисследовательских работ, выполняемых с борта атомного судна во время экспедиции, входили судовые визуальные наблюдения

Рис. 1. Маршрут плавания атомного ледокола «50 лет Победы» в течение второго туристического круиза (19–28 июля) летнего сезона 2022 года



за ледовой обстановкой, а также инструментальные измерения толщины ледяного покрова и высоты снега.

Судовые специальные ледовые наблюдения осуществлялись визуально с ходового мостика ледокола в соответствии с методикой, разработанной в ААНИИ. Особенностью методики является непрерывность наблюдений и регистрация параметров ледяного покрова как по пути, так и в районе плавания, в пределах видимости ледового наблюдателя. По всему маршруту следования во льдах выделяются ледовые зоны с однородными характеристиками ледяного покрова. Среди определяемых параметров выделяются следующие: общая сплоченность льдов; частная сплоченность льдов различного возраста и их преобладающие формы; торосистость, разрушенность, сжатие и загрязненность ледяного покрова; средняя и максимальная высоты торосистых образований; толщина ровного льда и высота снежного покрова; средняя ширина нарушений сплошности льда. В журнале ледовых наблюдений дополнительно фиксируются эксплуатационные показатели автономного движения ледокола в пределах выделяемой ледовой зоны. Попутно ведутся наблюдения за айсбергами, а также за представителями местной фауны: белыми медведями, моржами, тюленями и некоторыми видами птиц.

Визуальные судовые наблюдения за толщиной льда выполняются путем зрительной оценки льдин, вставших на ребро у борта ледокола при его движении, при помощи ледомерной рейки с шириной отсечек 10 см (рис. 2б). Дополнительно к визуальным наблюдениям для определения толщины льда и высоты снега был установлен судовой телевизионный комплекс (СТК). Ключевая задача СТК состоит в фотофиксации выворотов отдельных льдин вдоль борта ледокола во время его движения в дрейфующих льдах — таким образом СТК регистрирует толщину ровного, недеформированного ледяного покрова, т. е. вне торосистых образований (рис. 2а). Полученные после первичной обработки материалы затем обрабатываются посредством прикладного программного обеспечения. Всего за время экспедиции было получено порядка 140 часов записи СТК, и на момент подготовки статьи данные находятся в обработке сотрудниками отдела ледового режима и прогнозов ААНИИ.

По данным визуальных наблюдений ледовые условия плавания в Арктическом бассейне за летний период 2022 года на протяжении обоих рейсов можно охарактеризовать как легкие. На пути следования ледокола до точки Северного полюса судно вошло во льды в первом рейсе на 80,4° с. ш. в проливе Британский канал и во втором рейсе на 81,1° с. ш. в районе острова Солсбери, Земля Франца-Иосифа. По пути движения преобладали однолетние льды. Северная граница появления включений старых льдов отмечалась на 88,0° с. ш. в обоих круизах, хотя первые отдельные поля были зафиксированы уже на 86,0° с. ш. и на 83,0° с. ш. в первом и втором рейсе соответственно. На протяжении всего маршрута количество старых льдов не превышало 10–20 %.

В разделе «Оперативные данные» на сайте ААНИИ (<https://www.aari.ru/data/realtime>) можно проследить положение границы старых льдов в Арктическом бассейне. Поскольку с началом летнего таяния ледяного покрова с 1 июня каждого года ледовые карты отображают только сплоченность морского льда, то следует рассматривать ледовые карты в конце мая — в период, когда еще возможно дешифрирование возрастной структуры льда. На рис. 3 приведена обзорная ледовая карта от 29–31 мая 2022 года, на которой видно, что район преобладания старых льдов в мае располагался к северу и к западу от

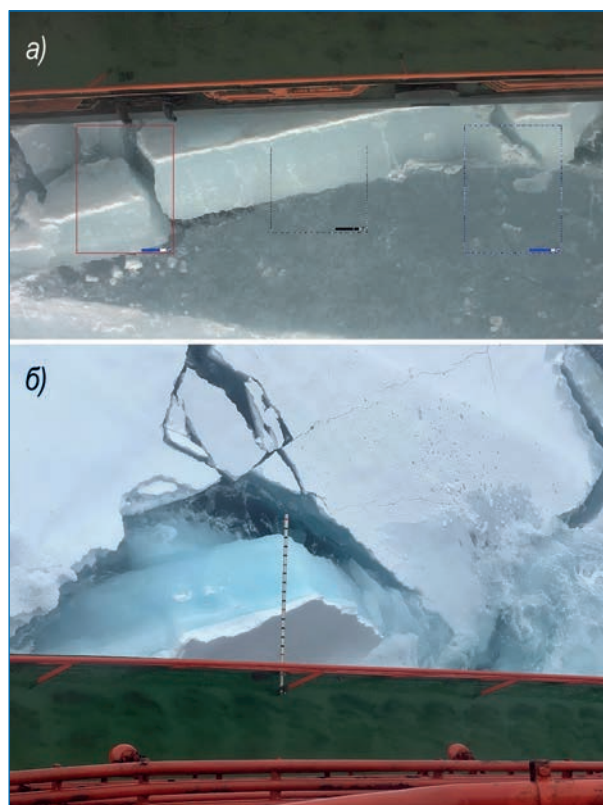
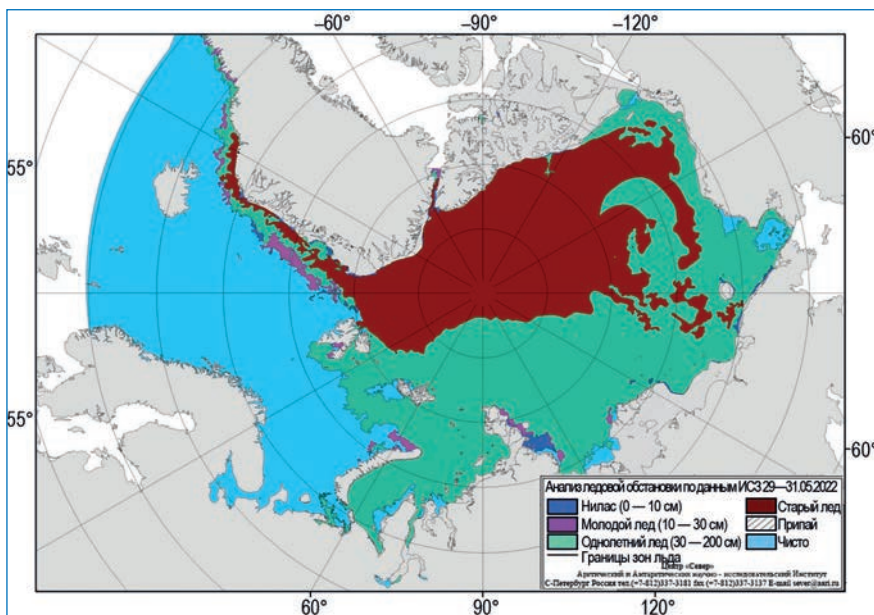


Рис. 2. Пример изображения СТК, установленного на кронштейне с правого борта атомного ледокола «50 лет Победы» (а) и проведение визуальных судовых наблюдений за толщиной льда с использованием ледомерной рейки, закрепленной на палубе бака (б)

аари.ru/data/realtime) можно проследить положение границы старых льдов в Арктическом бассейне. Поскольку с началом летнего таяния ледяного покрова с 1 июня каждого года ледовые карты отображают только сплоченность морского льда, то следует рассматривать ледовые карты в конце мая — в период, когда еще возможно дешифрирование возрастной структуры льда. На рис. 3 приведена обзорная ледовая карта от 29–31 мая 2022 года, на которой видно, что район преобладания старых льдов в мае располагался к северу и к западу от

Рис. 3. Обзорная ледовая карта Северного Ледовитого океана от 29–31 мая 2022 года (<https://www.aari.ru/data/realtime>)



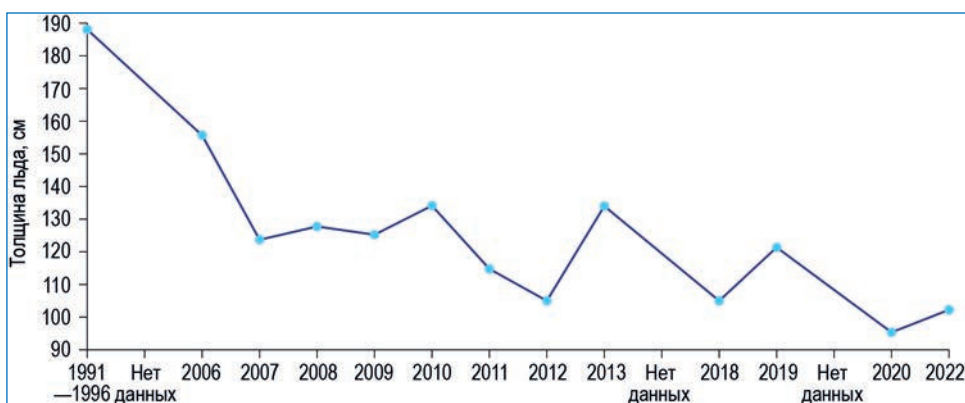


Рис. 4. Средняя толщина ровного льда по данным визуальных наблюдений с борта ледоколов по маршруту плавания от архипелага Земля Франца-Иосифа до Северного полюса в июле с 1991 по 2022 год

маршрута плавания. Поскольку район плавания туристических рейсов проходит через зону Трансарктического дрейфа, следующую в генеральном направлении к проливу Фрама, то к июлю граница старых льдов в районе между архипелагом Земля Франца-Иосифа и точкой Северного полюса должна была сместиться западнее по сравнению с ее положением в конце мая. Похожее расположение границы преобладания старых льдов в исследуемом районе наблюдалось в 2014 и 2016 годах.

На рис. 4 показано изменение средней толщины ровного льда за период судовых наблюдений в туристических рейсах к Северному полюсу. Так, в 90-е годы прошлого века средняя толщина ровного льда составляла 187 см; в 2006 году это значение существенно уменьшилось и составило порядка 155 см, с 2007 по 2019 год средние толщины ровного льда колебались в пределах 105–135 см с минимумами в 2012 и 2018 годах. Средняя толщина льда в 2021 году составила порядка 95 см — это минимальная за историю ледовых наблюдений с 1991 года толщина, зафиксированная с борта ледоколов в исследуемом районе Северного Ледовитого океана. По данным визуальных наблюдений в 2022 году средняя толщина ровного льда увеличилась до 102 см.

Распределение и межгодовая изменчивость толщины, возрастного состава льдов и других параметров

является результатом сложных термодинамических и динамических процессов в Арктике, которые тесно взаимосвязаны друг с другом. В период туристических рейсов к географической точке Северного полюса на борту атомного ледокола «50 лет Победы» летом 2022 года были получены уникальные данные о состоянии ледяного покрова Арктического бассейна, а именно — средняя толщина ровного льда и распределение его возрастного состава. Систематизация данных судовых ледовых наблюдений, накопленных за годы круизов по традиционному маршруту в течение летнего периода, позволяет оценить межгодовые и пространственные изменения основных параметров морских льдов Северного Ледовитого океана. Регулярное участие сотрудников ААНИИ в рейсах на борту атомных ледоколов к Северному полюсу дает уникальную возможность для решения ряда научных задач, связанных с динамикой морских льдов и климатическими изменениями в Арктике.

Авторы выражают благодарность ФГУП «Атомфлот» за предоставляемую ежегодную возможность участия в рейсах к Северному полюсу, что вносит неоценимый вклад в развитие науки.

Е.С. Егорова, Т. А. Алексеева, С.С. Сероветников, В.Т. Соколов (ААНИИ)

ИТОГИ РЕЙСА НАУЧНО-ЭКСПЕДИЦИОННОГО СУДНА «МИХАИЛ СОМОВ» ПО ТРАССЕ СЕВЕРНОГО МОРСКОГО ПУТИ В 2022 ГОДУ

В период с 25 августа по 30 октября 2022 года состоялся рейс научно-экспедиционного судна «Михаил Сомов» с целью обслуживания полярных станций по трассе Северного морского пути. Рейс судна совпал с 90-летием первого в истории сквозного рейса ледокольного парохода «А. Сибиряков» по Северному морскому пути за одну навигацию, одним из результатов которого стало создание Главного управления Северного морского пути и начало широкомасштабного освоения Арктики.

Данный рейс является вторым в сезоне плановым рейсом по обеспечению станций Росгидромета в Арктике.

Основными задачами рейса НЭС «Михаил Сомов» являлись: завоз продовольствия и топлива, смена полярников на станциях Росгидромета, Росатома и других хозяйствующих субъектов, обслуживание автономных метеорологических комплексов и станций. Общая длина маршрута

составила порядка 8800 миль. Экспедиция стартовала в Архангельске, конечным пунктом являлся о. Врангеля, после чего судно снова вернулось в Архангельск.

В ходе рейса были обслужены 13 труднодоступных станций Севгидромета (МГ-2 Колгуев Северный, МГ-2 им. Е.К. Федорова (Вайгач), МГ-2 Белый Нос, ОГМС Остров Диксон, ГФ Колба, МГ-2 Мыс Стерлегова, МГ-2 Известий ЦИК, МГ-2 Остров Визе, МГ-2 им. Г.А. Ушакова (о. Голомянный), ОГМС им. Е.К. Федорова (мыс Челюскина), МГ-2 Амдерма, МГ-2 Ходовариха, ОГМС им. Э.Т. Кренкеля (о. Хейса), 3 станции Якутского УГМС (МГ-2 Кигилях, МГ-2 Пролив Санникова, АЭ Остров Котельный) и 5 станций Чукотского УГМС (МГ-2 Бухта Амбарчик, МГ-2 Рау-Чуа, МГ-2 им. В.С. Сидорова (о. Айон), МГ-2 Валькаркай, МГ-2 Остров Врангеля). На всех жилых станциях работают автономные метеорологические комплексы (АМК). От-