

меси крупнообломочного материала. В сентябре 2021 года здесь планируется разбить площадку мониторинга сезонно-талого слоя. Расположение данной площадки в непосредственной близости от действующей обсерватории позволит ежегодно проводить регулярный съем данных с полигона и контроль средств измерений. В качестве дополнительного варианта расположения мониторингового полигона была предложена морская терраса на соседнем острове Алджер, куда группа ученых была также доставлена на вертолете. Здесь сложенная песками терраса разбита характерной сетью полигонально-жилых льдов.

В ходе исследований в экспедиции использовались геофизические методы (электроразведка) в местах двух высадок на арх. Новая земля и трех высадок на островах арх. Земля Франца-Иосифа. Было проведено профилирование в транзитной зоне суша — море с выходом на припай для установления наличия и определения мощности слоя многолетней мерзлоты. На всех высадках по данным электроразведки суша характеризуется наличием сплошной мерзлоты. Под планируемыми полигоном на о. Хейса она имеет мощность порядка 80 м. Напротив, на акватории твердомерзлые породы обнаружены не были ни в одном из электроразведочных пикетов.

За время работы экспедиции в соответствии с утвержденной программой научных исследований был произведен обширный комплекс различных измерений.

В результате специальных метеорологических наблюдений накоплен значительный объем информации о текущем состоянии погоды и климата в восточной и северо-восточной части акватории Баренцева моря. Получены новые данные о пространственно-временном распределении суммарной солнечной радиации, об осо-



Выполнение электроразведочных работ с припая в районе острова Белл (арх. Земля Франца-Иосифа). Фото Н.Э. Демидова

бенностях перераспределения солнечной радиации, поступающей в верхний слой моря, концентрации двуокиси углерода по маршруту движения судна. В результате океанографических работ были выполнены 19 океанографических станций, на каждой из которых определялось вертикальное распределение температуры и солёности морской воды, что позволило оценить межгодовую изменчивость атлантических вод в этом районе.

Рекогносцировочные работы, выполненные в ходе исследования многолетнемерзлых грунтов в местах высадок, позволили определить положения мониторинговых площадок, подходящих для многолетних наблюдений за динамикой сезонно-талого слоя и организации термометрических скважин на арх. Земля Франца-Иосифа. По данным геофизических исследований получены первые для архипелага Земля Франца-Иосифа оценки мощности многолетнемерзлых грунтов. Показано отсутствие твердомерзлых пород на его акватории.

В заключение можно констатировать, что программа научных исследований ААНИИ выполнена в полном объеме. Полученные результаты соответствуют требованиям технического задания и будут использоваться на следующих этапах выполнения плановых НИР Росгидромета.

Особо хочется поблагодарить начальника рейса от Северного УГМС — Ольгу Николаевну Балакину за неоценимую помощь и участие в общей организации работ экспедиции и в выполнении океанографической программы экспедиции.

А.М. Безгрешнов, С.Ю. Малиновский, Н.Э. Демидов, Е.В. Зотова (ААНИИ)

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ЛЕДОВЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ НА БОРТУ АТОМНОГО ЛЕДОКОЛА «50 ЛЕТ ПОБЕДЫ» ВО ВРЕМЯ ЭКСПЕДИЦИЙ К СЕВЕРНОМУ ПОЛЮСУ В 2021 ГОДУ

История круизных рейсов в приполюсный район Арктического бассейна берет свое начало с 90-х годов прошлого столетия, когда в августе 1990 года атомный ледокол (а/л) «Россия» впервые достиг географической точки Северного полюса с туристами на борту. С тех пор в летний сезон туристические рейсы на отечественных атомоходах («Россия», «Советский Союз», «Ямал», а с 2007 года — «50 лет Победы») стали регулярными. 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 судна между

островами архипелага может незначительно меняться в зависимости от ледовой обстановки и выбора мест для кратковременных высадок туристов на берег. Ранее за сезон могло состояться до 5–6 рейсов: с середины июня по середину августа. Однако в 2020 году во время пандемии, вызванной распространением коронавирусной инфекции, все рейсы были отменены, а в 2021 году — были организованы только два рейса преимущественно для русских туристов.

За периоды с 1991 по 1996 год, с 2006 по 2019 год и в 2021 году сотрудники Арктического и антарктического научно-исследовательского института (ААНИИ) принимали активное участие в туристических рейсах с целью

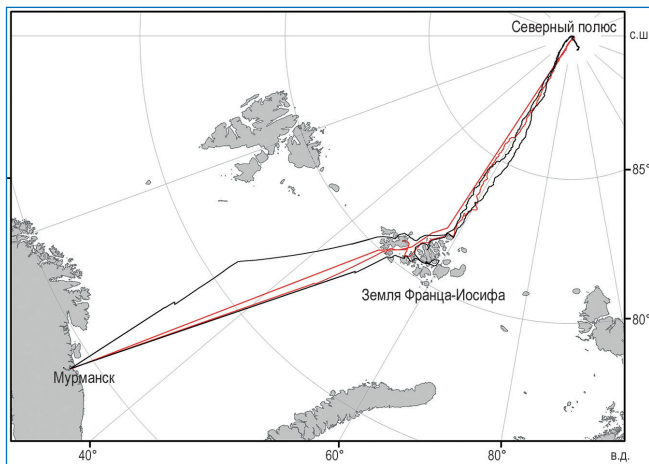


Рис. 1. Маршруты плавания а/л «50 лет Победы» в 2021 году (красным цветом обозначен 1-й рейс, 11–21 июля; черным – 2-й рейс, 21 июля – 2 августа) (слева) и а/л «50 лет Победы» в рейсе (справа). Фото из архива ВАЭ



получения уникальной информации о состоянии ледяного покрова на участке от архипелага Земля Франца-Иосифа до Северного полюса, который интересен тем, что пересекает западную часть трансарктического дрейфа — одного из главных элементов циркуляции льдов в Арктическом бассейне. Обобщение и систематизация данных судовых ледовых наблюдений, накопленных за годы круизов по традиционному маршруту в течение летнего сезона, позволяют оценить пространственные и межгодовые изменения основных параметров морских льдов в исследуемом районе.

В 2021 году а/л «50 лет Победы» совершил два туристических рейса к Северному полюсу, первый состоялся с 11 по 21 июля, второй — с 21 июля по 2 августа (рис. 1). В состав ледоисследовательских работ, выполняемых с борта судна во время экспедиции, входили визуальные судовые наблюдения за ледовой обстановкой, а также измерения толщины морских льдов и высоты снежного покрова с использованием судового телевизионного комплекса (СТК).

Специальные ледовые наблюдения осуществлялись визуально с ходового мостика ледокола согласно методике ААНИИ. Для каждой выделяемой однородной ледовой зоны по району плавания судна оценивались следующие параметры: общая сплоченность льдов, частная сплоченность льдов различного возраста и их преобладающие формы, а также торосистость и разрушенность ледяного покрова. По пути движения, помимо вышеперечисленных характеристик, определялись средняя и максимальная высоты торосистых образований, сжатие льдов, толщина ровного льда и высота снежного покрова, загрязненность и средняя ширина нарушений сплошности льда. Также в журнале ледовых наблюдений фиксировались показатели, отражающие функционирование системы «лед/судно»: характер автономного движения судна (непре-

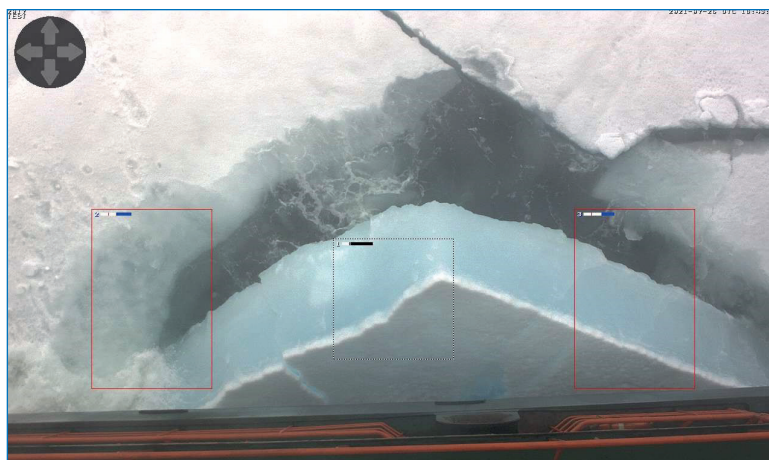
рывно либо набегам); время, затраченное на работу набегам, и их количество. Попутно велись наблюдения за наличием айсбергов по маршруту следования ледокола, а также за представителями местной фауны: белыми медведями, моржами, тюленями и некоторыми видами птиц.

Параллельно с визуальными ледовыми наблюдениями при помощи СТК проводилась фиксация выворотов отдельных льдин вдоль борта судна во время его движения в дрейфующих льдах с целью последующего определения толщины льда и высоты снежного покрова. Данный комплекс, разработанный в 2004 году, уже 17 лет успешно применяется в ледовых наблюдениях ААНИИ. Пример изображения, полученного с судового телевизионного комплекса в ходе второго рейса, приведен на рис. 2. В настоящее время сотрудниками отдела ледового режима и прогнозов (ОЛРиП) ААНИИ производится обработка массива данных экспедиции этого года, включающего в себя порядка 687 тысяч снимков, для последующих измерений толщины ледяного покрова и высоты снега.

По данным визуальных наблюдений, ледовые условия плавания в Арктическом бассейне за летний период 2021 года на протяжении обоих рейсов можно охарактеризовать как легкие. По пути движения наблюдались преимущественно однолетние льды. В первом рейсе редкие включения старых льдов начали встречаться к северу от $83,72^\circ$ с. ш., а во втором — несколько севернее, начиная с $85,05^\circ$ с. ш. На протяжении всего маршрута

количество старых льдов не превышало 10–20 %, и только во втором рейсе наблюдалась ледовая зона в районе $88,99^\circ$ с. ш., где количество старых льдов достигло 40 %. На сайте ААНИИ (www.aari.ru) в разделе «Обзорные ледовые карты Северного Ледовитого океана» можно проследить положение границы старых льдов в Арктическом бассейне. Поскольку с 1 июня

Рис. 2. Пример изображения, полученного посредством цифрового телевизионного комплекса в ходе 2-го рейса, 26 июля 2021 года



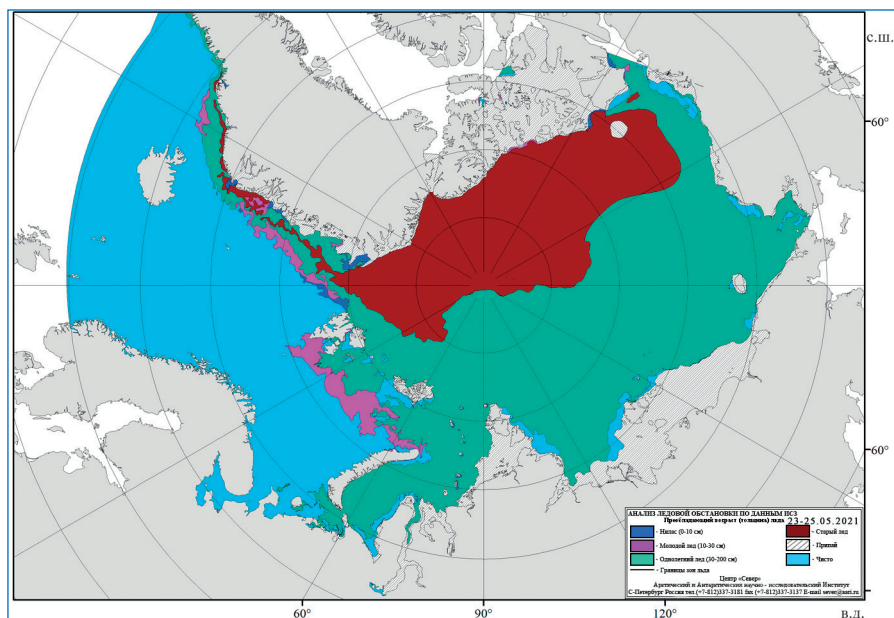


Рис. 3. Обзорная ледовая карта Северного Ледовитого океана от 26–28 мая 2021 года (www.aari.ru)

каждого года ледовые карты отображают только сплошность морского льда, то следует рассматривать ледовые карты в конце мая — в период, когда еще возможно дешифрирование возраста ледяного покрова. На рис. 3 приведена обзорная ледовая карта от 26–28 мая 2021 года, на которой видно, что район преобладания старых льдов в мае располагался к северу и к западу от маршрута плавания. Так как район плавания туристических рейсов проходит через Трансарктическое течение, которое следует в генеральном направлении к проливу между Шпицбергенем и Гренландией, то к июлю граница старых льдов в районе между архипелагом Земля Франца-Иосифа и Северным полюсом должна была сместиться западнее по сравнению с ее положением в конце мая. Похожее расположение границы преобладания старых льдов в исследуемом районе наблюдалось в 2012, 2013 и 2015 годах (см. обзорные ледовые карты на сайте www.aari.ru).

На рис. 4 показано изменение средней толщины ровного льда за период судовых наблюдений в туристических рейсах к Северному полюсу. Средняя толщина ровного льда в 90-е годы составляла 187 см, в 2006 году

это значение существенно уменьшилось и составило 150 см, с 2007 по 2019 год средние толщины ровного льда колебались от 105 до 135 см с минимумами в 2012 и 2018 годах. Средняя толщина ровного льда по данным визуальных наблюдений 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.

Распределение и межгодовая изменчивость толщины, возрастного состава льдов и других параметров являются результатом сложных термодинамических и динамических процессов в Арктике, которые тесно взаимосвязаны друг с другом. Регулярное участие сотрудников ААНИИ в туристических рейсах на борту атомных ледоколов к Северному полюсу дает уникальную возможность для решения ряда научных задач, связанных с климатическими изменениями и динамикой морского льда в Арктике.

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

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 1991–1996, 2006–2013, 2018–2019 и 2021 годах

