

РАБОТА ЭКСПЕДИЦИИ «СЕВЕРНЫЙ ПОЛЮС-42» В МАРТЕ – МАЕ 2025 ГОДА

НЭС «Северный полюс» (экспедиция «Северный полюс-42» / СП-42) продолжает дрейф в Арктическом бассейне Северного Ледовитого океана.

Станция дрейфует в зоне старых и однолетних льдов сплоченностью 9–10 баллов. По состоянию на 1 июня 2025 года:

- координаты станции: 85° 29,84' с. ш., 156° 56,45 з. д.;
- на 1 июня 2025 года общая длина маршрута, пройденного НЭС от Мурманска, составляет 3836 морских миль; в дрейфе — 1775 морских миль.
- общий генеральный дрейф — 493,5 морских миль, проходил преимущественно в северо-северо-восточном направлении.

С начала марта до 24 апреля 2025 года НЭС «Северный полюс» устойчиво дрейфовало на север-северо-восток, пройдя расстояние 250 км и достигло 86° с. ш., 178° з. д. — самой северной точки дрейфа, после чего произошел резкий разворот к востоку, и на протяжении последующего месяца дрейф проходил в направлении на восток-юго-восток. На 25 мая 2025 года станция находилась в точке с координатами 85°30' с. ш., 156° з. д. (рис. 1).



Рис. 1. Карта дрейфа НЭС «Северный полюс» в период 1 марта – 1 июня 2025 г.

Оценивая общую траекторию станции с начала дрейфа (30 сентября 2024 года), уже можно обоснованно предположить, что в зимний сезон 2024/25 года в Арктическом бассейне доминировал так называемый циклонический режим циркуляции атмосферы¹, при котором приземное поле давления, осредненное за зимние месяцы, характеризуется обширной пониженной областью с центром между Шпицбергом и Землей Франца-Иосифа (рис. 2б). При циклоническом режиме дрейфующий лед из российских окраинных морей

¹ Proshutinsky A.Y., Johnson M.A. Two circulation regimes of the wind-driven Arctic Ocean // J. Geophys Res Oceans, 1997. V. 102(C6). P. 12493–12514.

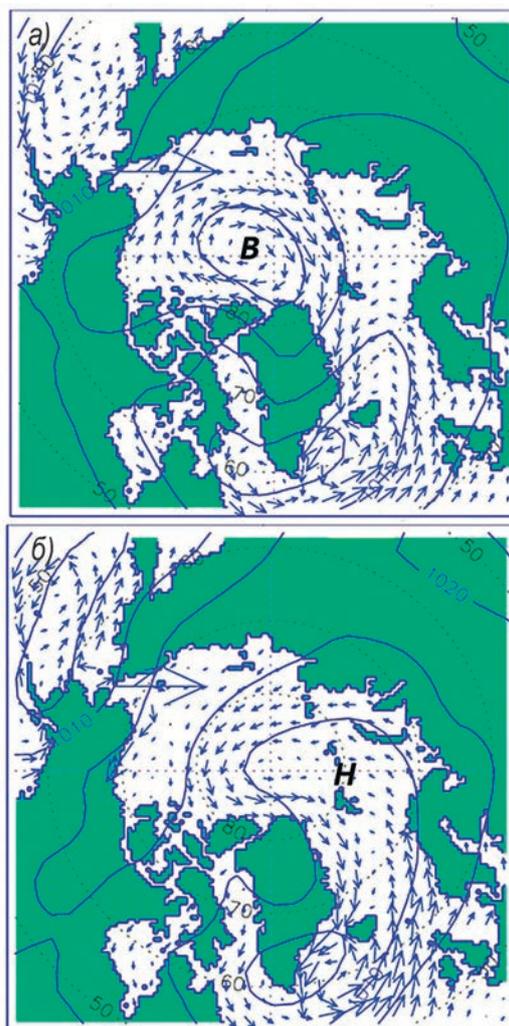


Рис. 2. Два характерных режима атмосферной циркуляции в СЛО согласно (Proshutinsky and Johnson, 1997): а) — антициклонический; б) — циклонический. Сплошные линии — изобары приземного давления. Стрелки — направление движения льда

двигается не непосредственно в пролив Фрама, как при антициклоническом режиме (рис. 2а), а в Амеразийский бассейн, откуда выносятся в пролив Фрама вдоль северной оконечности Гренландии. При этом время движения льда от северных границ морей Сибирского шельфа до пролива Фрама существенно возрастает. Проецируя траекторию движения СП-42 на схему, представленную на рис. 2б, легко заметить, что она полностью соответ-

ствуует средней траектории ветрового дрейфа при циклоническом режиме циркуляции, если взять за исходную точку начало дрейфа станции 30 сентября 2024 года. При этом следует подчеркнуть, что этот результат безусловно является результатом постфактум: дать более или менее обоснованный прогноз положения станции через 8 месяцев дрейфа в момент его начала было бы нереально, поскольку дрейф льда в центральной части Арктического бассейна практически полностью определяется приземным полем ветра, долгосрочное прогнозирование которого в настоящее время не представляется возможным. Более того, сам факт продолжительного сохранения зимой 2024/25 года циклонического циркуляционного режима может расцениваться как аномалия, вероятность реализации которой весьма мала, поскольку с начала XXI века в Арктике преобладает антициклонический циркуляционный режим².

С седьмого марта, когда станция находилась на 84° с. ш., начался полярный день. В марте и апреле преобладала ясная, малооблачная погода. С начала мая участились дни с низкой слоистой облачностью, иногда сопровождавшейся слабыми снежными осадками. Приземная температура воздуха в марте составляла в среднем $-26,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($-20\text{...}-25\text{ }^{\circ}\text{C}$), в апреле $-21,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($-15\text{...}-20\text{ }^{\circ}\text{C}$), а в мае $-7,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($-5,9\text{...}-9,8\text{ }^{\circ}\text{C}$). Абсолютный максимум температуры воздуха ($-2\text{ }^{\circ}\text{C}$) был зафиксирован во второй декаде. Скорость ветра в среднем была 4–5 м/с, а при прохождении циклонов непродолжительно возрастала до 12–15 м/с. Метеорологические условия определили состояние ледяного покрова. К началу марта толщина снежного покрова на льду в среднем составила 25–30 см. В дальнейшем она уменьшалась вследствие уплотнения снега, а с начала мая и из-за таяния под действием солнечной радиации. Разломы льда с образованием трещин и разводий в основном были приурочены к резкой смене направления и скорости ветра. Наиболее интенсивная фрагментация обломков ледяного поля, на котором расположен ледовый лагерь, произошла после 16 апреля. Первоначально образовалась трещина примерно в 20 м за кормой судна, разошедшаяся 17–18 апреля до разводья шириной 20–30 м, а затем, поздно вечером 19 апреля, одновременно образовалось несколько трещин, одна из которых отсекла метеорологический и геофизический павильоны. Повышение приземной температуры воздуха до значений, превышающих $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, привело к тому, что смерзание вновь образующихся трещин, наблюдавшееся в зимние месяцы, практически прекратилось. В середине мая горизонтальные движения льда на краях ранее образовавшихся трещин периодически расширяли область открытой воды до разводий с максимальной шириной 30–50 м, после чего происходило их схлопывание, как правило сопровождающееся торожением. Трещины, расширяющиеся до разводий, усложнили после 19 мая доступ в метеорологический и геофизический павильоны и увеличили вероятность их полного отделения от ледового лагеря, в связи с чем было принято решение о перебазировании этих измерительных павильонов на более безопасные участки ледяного поля. Еще одним отрицательным последствием апрельских подвижек льда и майских разводий стало сильное торожение, приведшее к смещению и частичному разрушению кормовой майны, через которую проводилось гидрологическое зон-

дирование розеткой и отбор проб грунта. В результате гидрологическое зондирование было полностью прервано в расположенный на льду терминал, что ограничило глубину отбора проб, а геологические работы стали проводиться в ограниченном объеме.

Краткое описание выполненных работ

Метеорологические наблюдения включали стандартные метеорологические измерения, которые выполнялись ежедневно с трехчасовой дискретностью, и аэрологические зондирования (дважды в сутки). Максимальная высота аэрологического зондирования составила 35,83 км. Также выполнялся полный комплекс специальных метеорологических наблюдений: за содержанием водяного пара, газовым составом атмосферы, температурно-ветровыми параметрами атмосферы, характеристиками снежного покрова и др. Наступление полярного дня обусловило начало актинометрических измерений суммарной и отраженной солнечной радиации и ее спектрального состава.

Ледоисследовательские работы включали изучение физико-механических характеристик однолетнего и двухлетнего льда на полигонах ровного льда и гряд торосов (рис. 3). Проводились последовательные комплексные измерения физических параметров льда и снега на ровном льду, у торосов и на консолидированном слое торосов, а также измерения прочности

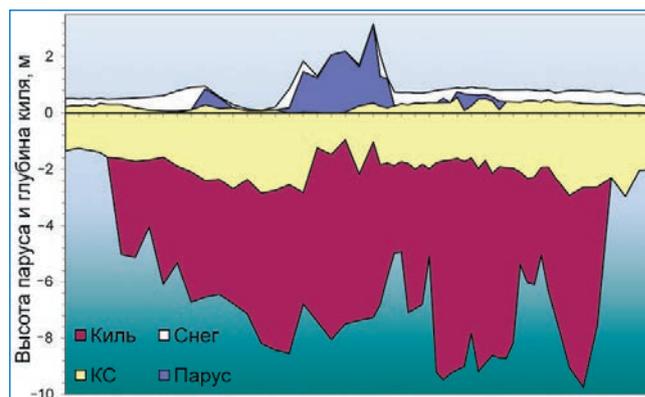


Рис. 3. Морфометрический профиль тороса № 1. Бледно-желтым цветом выделен консолидированный слой. Длина профиля по горизонтали 28 м. Рисунок предоставлен В.В. Харитоновым

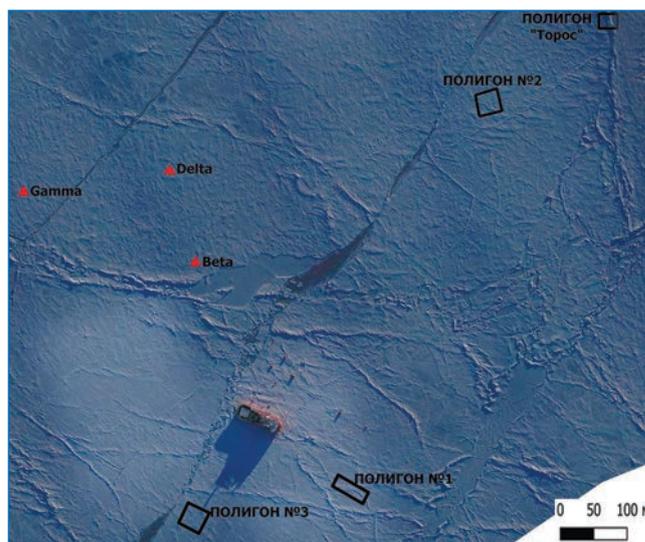


Рис. 4. Схема расположения объектов станции, трещин и гряд торосов, полигонов для изучения морфометрических и физико-механических характеристик льда и тороса № 1. Снимок от 23.04.2025 с БПЛА предоставлен С.В. Хотченковым

² Proshutinsky A., Dukhovskoy D., Timmermans M.-L., Krishfield R., Bamber J. Arctic circulation regimes // Philosophical Transactions of the Royal Society. 2015. V. 373. № 20140160. 18 p. URL: <https://doi.org/10.1098/rsta.2014.0160> (дата обращения 01.05.2025).

льда при центральном изгибе круглых пластин. Морфометрические измерения ровного льда выполнялись на трех специальных полигонах, разбитых на однолетнем и двухлетнем льду. С 13 апреля начато исследование внутреннего строения тороса № 1 с помощью электротермобурения вдоль профиля, перпендикулярно секущего гребень тороса, с записью скорости бурения (рис. 4). Был проведен специальный эксперимент по изучению расслоения льда при торошении. Продолжалось отслеживание консолидации наслоенного льда с помощью термокосы и мониторинг динамики льда с использованием измерительной системы, состоящей из трех разнесенных сейсмостанций.

Океанологические работы включали исследования структуры водных масс и тонкоструктурных термохалинных неоднородностей по маршруту дрейфа посредством ежедневного STD-зондирования со льда или с борта судна и непрерывной регистрации термохалинных параметров в верхнем слое воды установленной под лед аппаратурой. Статистический анализ данных, полученных в районе поднятия Менделеева, показал, что нижняя граница квазиоднородного поверхностного слоя находилась в пределах 30–50 м, температура в слое была в пределах от $-1,7$ до $-1,68$ °С, а соленость — в диапазоне 30,73–31,23 ЕПС. Слой пикноклина, выявленный в пределах 35–64 м, характеризовался средним вертикальным градиентом солености 0,13 ЕПС/м. Верхняя граница слоя атлантических вод располагалась в пределах 144–163 м, нижняя — в пределах 814–976 м, а средняя толщина слоя составила 797 м. Максимальная температура в ядре атлантических вод на средней глубине 251 м составила $+1,00$ °С. В глубинной водной массе значение средней температуры воды для нижних горизонтов профилей глубоководных станций составило $-0,37$ °С, солености — 34,95 ЕПС. Были продолжены инструментальные измерения течений от нижней поверхности льда до ядра атлантических вод.

Гидрохимические и экологические работы включали отбор проб морской воды со стандартных горизонтов и горизонтов, определенных согласно STD-профилированию, с последующим проведением гидрохимических анализов. Продолжен отбор проб воды из проточной системы SubCtech OceanPack с целью анализа на биогенные элементы. Совместно с группой специализированного гидрометеорологического обеспечения и биологами осуществлялись выезды на полигоны однолетнего и двухлетнего льда для послойного отбора проб кернов льда и интегральных проб снега. С целью получения информации об уровнях загрязнения компонентов морской среды для оценки современного

состояния экологической системы Арктического бассейна СЛО для последующего анализа на берегу были отобраны и законсервированы пробы на органические загрязнители, тяжелые металлы в воде, льде и снеге.

Гидробиологические работы включали криобиологические исследования, исследования зоопланктона и фитопланктона. На полигонах однолетнего и молодого льда определялись видовой состав разных групп организмов, населяющих лед, их численность и биомасса. По маршруту дрейфа проводился отбор проб сетью Джеди, облов поверхностного слоя 0–100 м чередовался с послойным обловом всей водной толщи от дна до поверхности на стандартных горизонтах. Пробы концентрировались в пластиковые банки 100 мл и фиксировались формалином для последующего таксономического анализа на берегу. Для исследования фитопланктона по маршруту дрейфа отбирались пробы сетью Апштейна и фиксировались формалином для дальнейшей обработки в стационарных условиях. В дополнение к пробам фитопланктона отбирались пробы на содержание хлорофилла «а». Отбор проб ледяных кернов для исследования криофауны производился 1 раз в месяц.

Геологические работы включали пробоотбор грунтовой трубкой и дночерпателем «Океан» в районе северо-западного склона хребта Альфа рядом с поднятием Менделеева. Частота точек опробования определялась особенностями рельефа дна и скоростью дрейфа. Извлеченная из трубки колонка керна разрезалась вдоль на две части — архивную и рабочую. Архивная половина сохранялась для дальнейшего отбора проб на палеомагнитный анализ, гранулометрический и минералогический анализ и споро-пыльцевой анализ в стационарной лаборатории. Рабочая часть колонки керна использовалась для наборных экспресс-анализов. Из дночерпателя отбирались поверхностный и подповерхностный интервалы на литолого-минералогические и органо-геохимические исследования. Проводились дозиметрические и радиометрические измерения.

Геофизические измерения включали непрерывную регистрацию абсолютных значений и вариаций модуля магнитного поля Земли (МПЗ) и ее трех составляющих, постоянную регистрацию разнесенных датчиков ГЛОНАСС/GPS и непрерывную регистрацию данных погружного дифференциального магнитометра. Выполняются наблюдения за пространственной структурой сверхнизкочастотных и особо низкочастотных излучений, наклонное зондирование ионосферы, наблюдения за уровнем ультрафиолетового индекса.

А.Ю. Ипатов, В.В. Иванов (АНИИ)

РАБОТЫ СЕЗОННОЙ ЭКСПЕДИЦИИ «СЕВЕР-2025» ПО ВЕСЕННЕЙ РОТАЦИИ ПЕРСОНАЛА ЭКСПЕДИЦИИ «СЕВЕРНЫЙ ПОЛЮС-42» В МАРТЕ 2025 ГОДА

В соответствии с Планами и Программой работ дрейфующей научно-исследовательской станции «Северный полюс-42» предусмотрены две частичные ротации экспедиционного состава СП-42 и судового персонала НЭС «Северный полюс» в течение года: одна ротация в весенний период, с применением авиационных технологий, и вторая, судового вариант с авиационной поддержкой. Авиационный вариант весенней рота-

ции всегда сопряжен со значительными сложностями, обусловленными слабой авиационной высокоширотной инфраструктурой Российской Арктики, малым количеством экипажей воздушных судов, допущенных к выполнению полетов в высокоширотной Арктике, сложными погодными и особыми условиями региона, высокими рисками, отсутствием оперативной службы спасения в регионе и др.