

## ЛСП «СЕВЕРНЫЙ ПОЛЮС». ПЛАН ПЕРВОГО РЕЙСА

Одним из основных результатов последовательных и целенаправленных экспедиционных и теоретических работ отечественных и иностранных исследователей в области наук о Земле явилось достоверное установление факта наиболее наглядного проявления глобальных климатических изменений в Арктическом регионе. Наблюдаемые в Арктике явления, такие как таяние многолетних льдов, увеличение количества тепла, переносимого Североатлантическим течением в Арктический бассейн, интенсификация циклонической деятельности, ведут к перестройке структуры водных масс, преобразованию схем циркуляции и изменению интенсивности гидрохимических и гидробиологических процессов. В свою очередь, происходящие здесь изменения оказывают воздействие на климат всей Земли. Опресненные воды и морской лед, образующиеся в Арктическом бассейне и арктических морях, выносятся в Северную Атлантику и, в значительной степени, влияют на циркуляцию вод этого района Мирового океана. Ледяной покров Северного Ледовитого океана (СЛО) обладает термодинамической устойчивостью, сохраняется вот уже несколько миллионов лет и, распространяясь или деградируя, оказывает воздействие на глобальный тепловой баланс и климатическую систему планеты. В процессе взаимодействия с ледяным покровом и атмосферой образующихся и поступающих извне водных масс, их переноса и трансформации формируются прямые и обратные термодинамические связи, которые обуславливают колебания климатического режима в северной полярной области, распространяющиеся затем к югу. Таким образом, динамическая система атмосфера — морской лед — океан является важнейшим элементом планетарного климатического механизма. Мониторинг состояния этой динамической системы по всему комплексу метеорологических, ледовых, гидрофизических, геохимических, гляциологических, геофизических, биологических и других параметров является необходимым условием достижения прогресса в решении актуальных

и перспективных задач, связанных с необходимостью учета погодных и климатических факторов при ведении хозяйственно-экономической и иной деятельности.

Выявленные значительные аномалии климата Арктики, получившие в международном сообществе название Rapid Arctic Climate Change (Быстрое изменение климата Арктики), обусловили разработку и реализацию в последние годы ряда национальных и международных научных программ, направленных на исследование сезонных циклов изменения различных характеристик СЛО и прилегающих районов как ключевых процессов, формирующих климатическую изменчивость метеорологического, ледового, гидрологического, гидрохимического, гляциологического, биологического, седиментационного режимов и экологического состояния СЛО и Арктического региона в целом.

В отечественных исследованиях регионов, покрытых большую часть года ледяным покровом, важнейшим звеном являлась организация дрейфующих станций и ледовых лагерей. Дрейфующие станции «Северный полюс» (СП) (1937, 1950–1991, 2003–2013), Высокоширотная экспедиция «Север» (1937, 1941–1993) обеспечили сбор уникальных данных о состоянии природной среды СЛО. В ходе реализации этих масштабных проектов в Арктическом и антарктическом научно-исследовательском институте был наработан колоссальный опыт проведения исследований с базированием на дрейфующем морском льду.

Деградация ледяного покрова, явившаяся следствием климатических изменений, происходивших в последние десятилетия, в том числе привела к свертыванию программы работ дрейфующих станций в годовом цикле, осталась возможность организации только сезонных дрейфующих станций в зимне-весенний период. Количество многолетних льдов толщиной 2–3 м, пригодных для организации дрейфующих станций, существенно уменьшилось. Динамические процессы в ледяном покрове стали более интенсивными, значительно увеличилась вероятность разломов ледяных полей. Указанные

Рис. 1. ЛСП «Северный полюс» у причала Адмиралтейских верфей.  
Фото предоставлено пресс-службой АО «Адмиралтейские верфи»



обстоятельства практически исключают возможность обнаружения надежной ледяной платформы, пригодной для организации полномасштабной станции, рассчитанной на годичную эксплуатацию.

Для продолжения и развития комплексных научных исследований в высоких широтах Северного Ледовитого океана Правительством Российской Федерации были приняты меры по проектированию и строительству ледостойкой самодвижущейся платформы (ЛСП) с высокой прочностью корпуса, пригодной к использованию в качестве базы дрейфующих научно-исследовательских станций «Северный полюс». Строительство ведется АО «Адмиралтейские верфи» и должно быть завершено в июле 2022 года (рис. 1).

ЛСП будет способна функционировать в автономном режиме в течение 2–3 лет, обеспечивая выполнение комплекса исследований, спектр которых может быть значительно расширен относительно обычного для традиционных дрейфующих станций СП, возможности которых были ограничены условиями базирования на дрейфующем льду. Использование платформы-судна и размещение на льду разветвленного наблюдательного комплекса позволит реализовывать сложные и энергозатратные научные проекты, разворачивать наблюдательные сети на удалении до 30 км от ЛСП. Использование средств авиации позволит произвести ротацию ученых и специалистов и обеспечит вовлечение дополнительного числа исследователей. Наличие специализированного грузоподъемного оборудования на борту судна даст возможность выполнять исследования, связанные с отбором проб из толщи воды и со дна океана на абиссальных глубинах. Современная система передачи данных обеспечит оперативный сбор информации с распределенной наблюдательной сети и хранение данных наблюдений на специализированном сервере, размещенном на судне. При этом для участников дрейфа обеспечиваются максимальная безопасность и комфортные условия проживания на борту ледостойкой платформы.

Основной задачей, поставленной перед научным персоналом дрейфующей станции «Северный полюс-41», организация которой запланирована в первом рейсе ЛСП на ее базе, является выполнение комплексных междисциплинарных исследований в системе «ат-

мосфера — ледяной покров — океан» в высоких широтах Северного Ледовитого океана в годовом цикле, направленных на выявление закономерностей действия физических механизмов, ответственных за развитие сезонных процессов и формирование межгодовых изменений во взаимодействующих геосферах. Исчерпывающее описание природы этих закономерностей является ключом к пониманию причин изменений, происходящих в климатической системе Арктического региона, и определению тенденций ее трансформации в масштабе обозримой временной перспективы, имеет принципиально важное научное и практическое значение и полностью отвечает национальным интересам Российской Федерации.

Выполнение программы экспедиции позволит опробовать новые технологии организации и проведения современных комплексных научных исследований, в том числе в аспекте обеспечения безопасности проведения работ, эффективности внутри- и межведомственного взаимодействия. Важным результатом станет выявление наилучших практик проведения регулярных комплексных мониторинговых и экспериментальных исследований в Центральной Арктике на базе специализированной судовой платформы, приходящих на смену традиционным экспедициям на дрейфующих станциях «Северный полюс». Дрейфующее ледяное поле, на котором разворачивается комплекс измерительной аппаратуры, является оптимальной обсервационной платформой для целого ряда научных исследований — океанографических, атмосферных, ледовых. Размещение регистрирующей аппаратуры непосредственно на дрейфующем льду позволяет исключить влияние на состояние изучаемых сред в районе проведения экспериментов протяженного массивного объекта (судна), неизбежно оказывающего возмущающее воздействие в силу значительных геометрических размеров надводной и подводной части, а также выбросов в атмосферу продуктов сгорания топлива и сброса объемов воды, вовлеченных в цикл жизнеобеспечения. Кроме того, использование ледяного поля в качестве платформы предоставляет возможность скомпоновать комплекты научного оборудования в строгом соответствии с планом проведения экспериментов. К примеру, можно локализовать в одной точке измерения параметров течений и термохалинных характеристик, если речь идет

Рис. 2. Организация научных исследований в ледовом лагере дрейфующей станции, проводимых в формате «судно — лед»







Рис. 3. Основные направления научных исследований в экспедиции «Северный полюс-41»

об изучении турбулентных потоков, или, в случае постановки эксперимента по регистрации пространственно-временных характеристик внутренних волн, разнести пункты наблюдений на значительное расстояние. Описанный подход был реализован при проведении океанографических исследований в ледовом лагере, развернутом в ходе дрейфа НЭС «Академик Трёшников», осуществленного в рамках первого этапа проекта «ТРАНСАРКТИКА-2019» (рис. 2). Опробованные на базе экспериментальной организованной в формате «судно — лед» дрейфующей станции методики производства специальных наблюдений, доработанные с учетом приобретенного опыта, будут использованы при развертывании инфраструктуры ледового лагеря в дрейфе ЛСП.

Комплексный подход к исследованиям, который планируется реализовать при выполнении научных работ на ЛСП, позволит охватить широкий спектр изучаемых процессов — метеорологических, океанологических, ледовых, гидрохимических, геофизических, биологических. Организация сбора и обработки данных о состоянии природной среды будет осуществляться с учетом современных тенденций развития технологий производства наблюдений, стремительного наращивания производительности средств передачи, хранения, обработки больших объемов информации, удешевления и широкого внедрения вычислительных устройств большой мощности. Метеорологические, актинометрические, аэрологические, ледовые, океанологические, геофизические наблюдения будут выполняться с использованием современных измерительных устройств, включая автономные беспилотные наблюдательные платформы (буи, БПЛА, подводные аппараты), укомплектованных образцами передовых разработок измерительной техники. Натурные измерения будут дополняться исследованиями с применением современных методов ассимиляции и анализа данных (статистическая обработка, математическое моделирование, обработка спутниковых изображений).

Научные исследования, которые будут выполняться в рамках научной программы экспедиции «Северный полюс-41», условно разделены на следующие основные направления: атмосферные, гидробиологические, геофизические, геологические, океанографические и ледо-

вые исследования, гидрохимические и экологические, медико-биологические исследования, судостроение и материаловедение (рис. 3).

Полученные результаты позволят пополнить ряды климатических данных на базе преемственности в проведении регулярных советских и российских дрейфующих станций «Северный полюс» и усовершенствовать систему мониторинговых наблюдений, осуществляемых с использованием современных методов измерений и регистрации данных, новейшего научного оборудования, обеспечивающего непрерывную регистрацию основных физических характеристик приземного слоя атмосферы, деятельного слоя подстилающей поверхности, гидросферы, ледяного покрова, а также предоставят возможность существенным образом повысить качество физического описания основных гидрометеорологических процессов для их параметризации в прогностических и климатических численных моделях. Развитие прогностических возможностей в высокоширотной Арктике в настоящее время является важнейшим стратегическим приоритетом, реализация которого необходима для обеспечения безопасного судоходства на акваториях Северного морского пути (СМП). Комплексные работы, производимые непосредственно на льду, позволят выполнить целый ряд подспутниковых экспериментов, что приведет к улучшению дешифрирования спутниковых изображений ледяного покрова и повышению качества карт ледовой обстановки. Исследования морфологических и физико-механических характеристик ровного и деформированного льда, подледных течений, дрейфа и деформаций ледяного покрова в течение годового цикла позволят модернизировать численные модели эволюции ледяного покрова и улучшить качество прогнозирования параметров ледовой обстановки в части повышения пространственно-временного разрешения, необходимого для обеспечения круглогодичного плавания в акватории СМП.

Научный и технический персонал экспедиции распределен по профильным подразделениям, в соответствии с поставленными перед специалистами задачами (рис. 4).

Общим логистическим планом экспедиции предусмотрено движение вмороженного в лед судна в области трансарктического дрейфа от района его зарождения

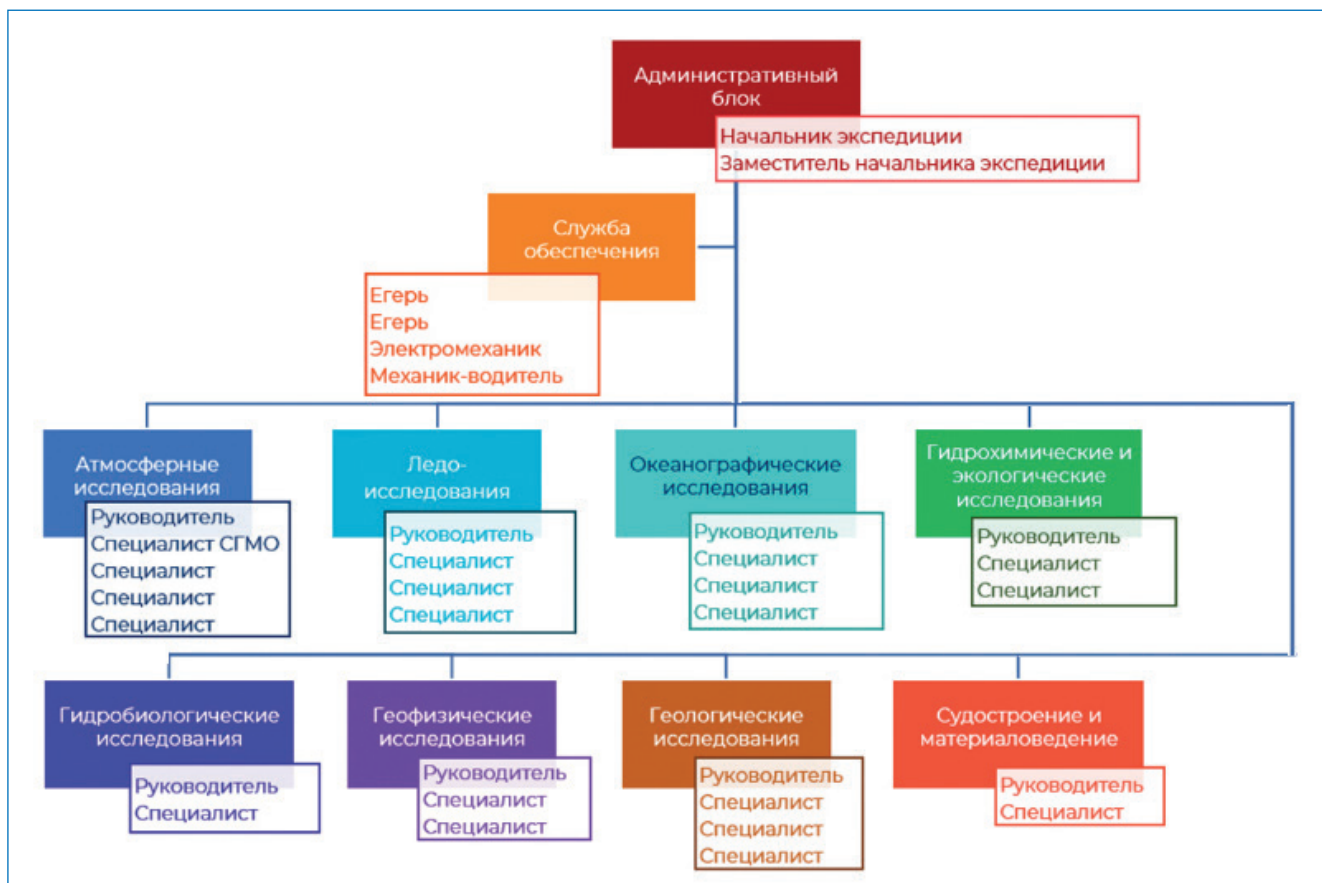


Рис. 4. Распределение экспедиционного состава по подразделениям

в северных частях Чукотского и Восточно-Сибирского морей до выхода в Северо-Европейский бассейн Атлантического океана через пролив Фрама. ЛСП выходит в рейс в августе 2022 года из порта Санкт-Петербург, следуя в район начала дрейфа через Мурманск. В порту Мурманск на борт судна принимается научно-технический состав экспедиции численностью 34 человека.

Из порта Мурманск судно выполняет переход в район Северного Ледовитого океана, ориентировочно ограниченный географическими широтами 78–83° с. ш. и долготами 140–170° в. д. К месту начала работ ЛСП следует в сопровождении НЭС, кратчайшим высокоширотным маршрутом, форсируя при необходимости льды. Переход сопровождается регламентированной информационной поддержкой научно-оперативных групп специального гидрометеорологического обеспечения (СГМО), одна из которых формируется в ФГБУ «АНИИ», вторая — на борту судна. При следовании в район начала работ экспедицией при необходимости используются данные вертолетной ледовой разведки, выполняемой вертолетами, базирующимися на борту сопровождающего НЭС.

С выходом в указанный район производится поиск льдины, по своим морфометрическим характеристикам удовлетворяющей требованиям, предъявляемым к организации ледового лагеря. Поиск обеспечивается авиационной поддержкой силами бортовых вертолетов сопровождающего НЭС. Выбор места начала дрейфа должен определяться наличием достаточно сплоченных (предпочтительно с преобладанием многолетних) льдов, благоприятствующих проведению разнообразных видов наблюдений с борта судна и полевых работ с опорой на инфраструктуру ледового лагеря,

который надлежит развернуть в непосредственной близости от судна. По результатам рекогносцировочного обследования льдины полевой группой ледоисследователей принимается решение об организации ледового лагеря. Судно ложится в дрейф со швартовым креплением к льдине на ледовые якоря. Предположительно к работам по размещению лагеря удастся приступить в конце сентября — начале октября.

На льдину сгружаются комплекты сборно-разборных щитовых домиков, служащих основой производственной инфраструктуры. Сгружаются и безопасно распределяются в пределах лагеря транспортная техника, приборы и оборудование. При этом часть научной программы станции выполняется с борта судна (океанографические, геологические исследования) и на борту судна (гидрохимические, экологические и иные, требующие лабораторного оборудования). В пределах ледового лагеря оборудуются специализированный метеорологический комплекс, магнитный павильон, океанографический терминал и ледоисследовательский комплекс. В ледовом лагере и на значительном удалении от него размещается пространственно-распределенная сеть наблюдений в рамках исследования синоптической изменчивости параметров состояния атмосферы и океана. На льдине оборудуются две вертолетные площадки. Транспортная связь лагеря с судном выполняется с использованием снегоходов типа «Буран».

В районе станции оборудуется взлетно-посадочная полоса (ВПП) для приема самолетов типа Ан-74. В период дрейфа предполагается выполнение двух ротаций личного состава экспедиции и доставка необходимых грузов с использованием авиатранспорта — в марте-апреле и в августе-сентябре 2023 года. Базовая схе-



ма ротации: в марте самолетом Ан-74 из Красноярска до м. Баранова (о-в Большевик в арх. Северная Земля), далее — вертолетами Ми-8 АМТ. На НИС «Ледовая база Мыс Баранова» для этой цели оборудуется ВПП. В августе — с аэродрома «Нагурское» (о. Земля Александры в арх. Земля Франца-Иосифа) самолетом Ан-74. Базовая схема ротации представлена на рис. 5.

В условиях достаточной прочности льдины и готовности ВПП на дрейфующей станции возможна организация дополнительных рейсов Ан-74 непосредственно на станцию. Кроме того, наличие ВПП на станции весьма желательно на случай возникновения чрезвычайных ситуаций.

Для осуществления авиационных операций на подготовительном этапе экспедиции на м. Баранова, м. Арктический, м. Челюскин организовываются топливные подбазы экспедиции. Подбазы необходимы для обеспечения топливом авиатранспорта при выполнении ротации личного состава и доставке грузов на дрейфующую станцию. Также они необходимы для выполнения экстренных аварийно-спасательных рейсов при возможном возникновении чрезвычайных обстоятельств.

Реакцией на развитие событий, потенциально угрожающих жизни и здоровью персонала, сохранности судна и экспедиционного имущества (нарушение стабильности базового ледяного поля вследствие подвижек льда, торожения, воздействия волн зыби, угрозы блокирования судна дрейфующим льдом и т. п.), является эвакуация людей и оборудования со льда, смена района, подбор нового ледяного поля и места постановки судна. При экстренной эвакуации в условиях дефицита времени судно отшвартовывается от льдины сразу после принятия на борт всех находившихся в лагере людей. Экспедиционное имущество доставляется на борт судна после стабилизации ситуации непосредственно судовыми подъемными механизмами или базирующимся на судне вертолетом.

Первый рейс ЛСП, в рамках которого запланирована организация дрейфующей станции «Северный полюс-41», очевидно, будет носить в некоторой степени экспериментальный и технический характер. Эксплуатационные особенности судна как научно-исследовательской обсервационной платформы могут быть выявлены и досконально оценены только в процессе выполнения профильных работ в ходе продолжительного дрейфа в условиях высокоширотной Арктики. В разделах научной программы экспедиции «Северный полюс-41» отражены направления исследований, возможность выполнения которых априори не вызывает сомнений. Опыт, который планируется получить при осуществлении исследований в первом рейсе, позволит задействовать весь потенциал научной инфраструктуры судна, планировать и реализовывать научные эксперименты в рамках гибкого подхода, с учетом научной состоятельности и приоритета заявок по направлениям исследований, текущей загрузки элементов комплекса научного и вспомогательного оборудования, сезонных особенностей, фактического географического положения платформы, графика ротационной смены персонала, логистических возможностей и т. д.

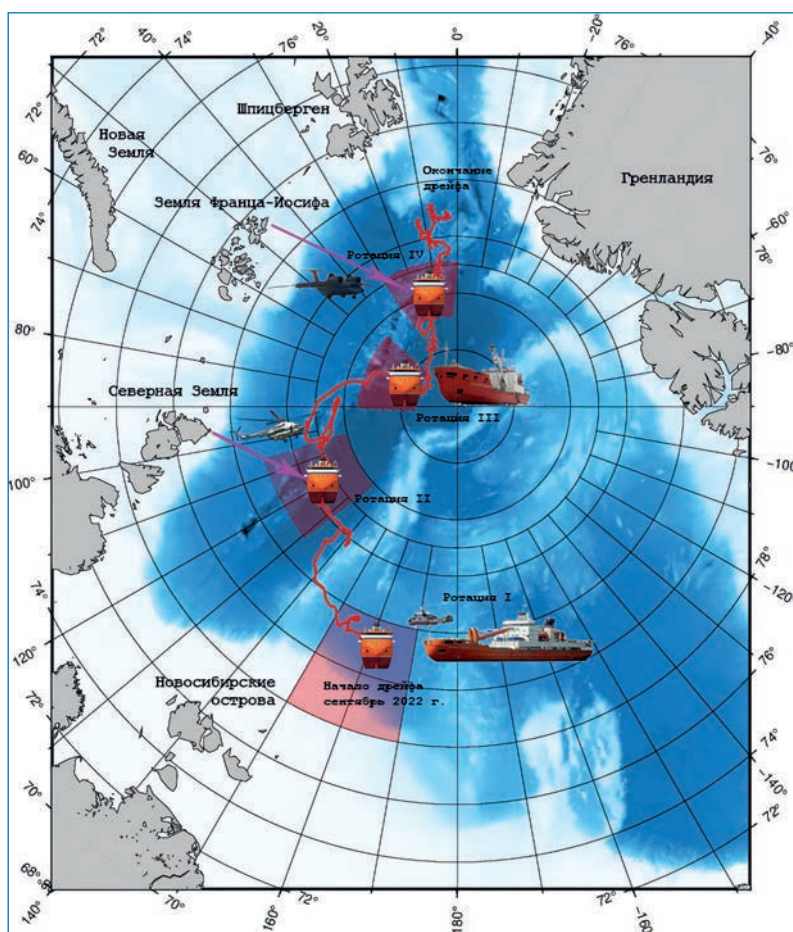


Рис. 5. Предполагаемая схема дрейфа и логистической поддержки (ротации персонала) дрейфующей станции на базе ЛСП

В дальнейшем получаемые с ЛСП на регулярной основе научные материалы позволят усовершенствовать систему мониторинговых наблюдений, осуществляемых с использованием современных методов измерений и регистрации данных, новейшего научного оборудования, обеспечивающего непрерывную регистрацию основных физических характеристик приземного слоя атмосферы, деятельного слоя подстилы поверхности, гидросферы, ледяного покрова; предоставят возможность существенным образом уточнить физическое описание основных гидрометеорологических процессов для их параметризации в прогностических и климатических численных моделях и повысить качество прогнозирования параметров гидрологической и ледовой обстановки, необходимо, в том числе, для обеспечения круглогодичного плавания в акватории СМП. В качестве перспективного направления использования ЛСП для комплексного оценивания состояния природной среды Арктики рассматривается ее интеграция в качестве подвижного высокоширотного узла в сеть действующих российских обсерваторий. Ввод в строй ЛСП и осуществление регулярного развертывания дрейфующих станций на ее базе обеспечат возможность возобновления национального скоординированного мониторинга состояния природной среды Арктического региона на уровне, соответствующем статусу лидера морских арктических исследований.

К.В. Фильчук, Ю.В. Угрюмов,  
В.Т. Соколов (АНИИ)