

Решение Ученого совета ААНИИ от 28 июня 2023 г.

1. Заслушали доклад заместителя директора по экспедиционной работе, начальника РАЭ-Ш Ю.В. Угрюмова «Экспедиция «Северный полюс – 41»: выполнение программы, первый опыт использования ЛСП»

Ученый совет отмечает:

Наблюдаемая в последние десятилетия деградация ледяного покрова привела к приостановке выполнения исторической серии отечественных дрейфующих станций в СЛО. Между тем, потребность в исследованиях процессов и круглогодичном мониторинге состояния природной среды Центральной Арктики не исчезла, но значительно возросла, что обусловило необходимость поиска новых подходов к организации экспедиций.

В качестве альтернативы традиционным СП, в ФГБУ «ААНИИ» была разработана концепция судна нового типа – ледостойкой самодвижущейся платформы (ЛСП). Концепция была поддержана в экспертном сообществе и одобрена Правительством РФ.

В 2018 г. началось строительство НЭС «Северный полюс» на АО «Адмиралтейские Верфи». 29 июля 2022 г судно передано ФГБУ «ААНИИ». 1 сентября вышло из порта Санкт-Петербург. 27 сентября 2022 г. судно вышло в точку встречи с НЭС «Академик Трёшников», поиск базовой льдины. 30 сентября 2022 г. судно закрепилось в ледовом поле ледовыми якорями. Выбранная льдина представляет собой поле сморози примерно 42 км. кв., толщина 1,0 – 1,1 м. 2 октября 2022 года в точке 82°37' с.ш. 155°31' в.д. торжественное открытие дрейфующей станции «Северный полюс-41». 2 – 28 октября организован научный ледовый лагерь в пределах 0,5 км от судна. Лагерь включает геофизический, метеорологический, ледоисследовательский комплексы, океанографический терминал, магнитный павильон, ледовый морфометрический полигон, полигон «Торос». В режиме реального времени автоматически передает информацию группировка из 15 автономных метеорологических буюв отечественного производства, развернутая на экспериментальном полигоне в окрестностях станции.

К 21.06.2023 г. генеральный дрейф станции составил около 600 морских миль, направлением на ЗСЗ.

В научной программе СП-41 традиционно представлены направления «Атмосферные исследования», «Океанографические исследования», «Ледовые исследования», «Гидробиологические исследования», «Геофизические исследования».

На объектах инфраструктуры научного ледового лагеря выполняются стандартные и специальные метеорологические наблюдения, измерения содержания парниковых газов и озона в приземном слое воздуха, исследования физико-химических характеристик атмосферного аэрозоля, исследования морфометрических характеристик ровного и деформированного льда, исследования турбулентных потоков в поверхностном слое океана, исследования послонной изменчивости параметров течений, исследования процессов формирования стратификации подледного слоя океана, отбор проб для определения содержания стойких органических загрязнителей и тяжелых металлов, регистрация сигналов СНЧ/ОНЧ излучений различного происхождения, определения параметров магнитного поля Земли.

Размещение регистрирующей аппаратуры непосредственно на дрейфующем льду позволяет исключить влияние на состояние изучаемых сред в районе проведения экспериментов протяженного массивного объекта – НЭС, неизбежно оказывающего возмущающие воздействия в силу значительных геометрических размеров надводной и

подводной частей, а также выбросов в атмосферу продуктов сгорания топлива и сброса объёмов воды, вовлеченных в цикл жизнеобеспечения.

Значительное расширение спектра исследований на ЛСП относительно традиционных дрейфующих станций обусловлено не только с совершенствованием средств измерений и развитием технологий производства наблюдений, но и, в значительной степени, предоставляемыми НЭС возможностями, обеспечить которые в условиях базирования на дрейфующем льду было технически невозможно. Речь прежде всего о таких разделах программы научных работ как геология, гидробиология. Существенно большие возможности были получены также в части океанографии, гидрохимии, геофизики. Выполнение полномасштабных исследований по этим направлениям невозможно без использования грузоподъёмных механизмов, средств обеспечения стабильного температурного режима и пространственного положения, источников электропитания большой мощности.

Морские геологические изыскания осуществляются путём изучения образцов донных осадков, регулярно доставляемых на борт судна в результате спусков/подъёмов тяжёлого погружного оборудования – пробоотборников различной конструкции. Грузоподъёмные механизмы НЭС «Северный полюс» обеспечивают выполнение операций геологического пробоотбора с использованием бокс-корера, гравитационной трубки, скальной драги. Отобранные образцы подвергаются предварительному анализу в лабораториях на борту судна, описываются и консервируются, чтобы в дальнейшем послужить материалом для реконструкции условий, при которых формировался осадочный слой.

Гидробиологические исследования в той или иной форме присутствовали в программе дрейфующих станций. Однако, в таком формате как на станции «Северный полюс – 41» – отдельный биологический отряд с комплексной программой исследований и отбора проб льда, воды с разных горизонтов, пелагических и бентосных организмов – морская биология на дрейфующих станциях представлена не была.

Эффективность океанографических и гидрохимических исследований с борта НЭС обеспечивается использованием судового океанографического комплекса, позволяющего осуществлять высокодискретное профилирование в слое морской воды от поверхности до дна с отбором проб большого объёма на 24 горизонтах за одно погружение. Кроме того, в распоряжении океанологов и гидрохимиков на борту судна имеется также облегчённая пробоотборная секция, оснащаемая зондом-профилографом, работающим в автономном режиме, не предусматривающем обмен данными с палубным регистрирующим блоком в реальном времени и, соответственно, допускающем использование обычной, не кабель-тросовой, лебёдки. Вариативность при выборе наиболее соответствующего условиям инструмента обеспечивает гибкость подхода в решении задач, связанных с выявлением термохалинного состояния водной толщи на вертикальном профиле и отбором проб с заданных горизонтов для последующих гидрохимических определений. Анализ получаемых данных позволяет восстановить характер распространения водных масс различного происхождения по маршруту дрейфа, дать оценку адвективного переноса тепла и соли атлантическими водами, концентрации биогенов, переносимых тихоокеанскими водами. По совокупности полученных данных появляется возможность оценить потенциал образования органического вещества из простых неорганических компонентов (первичная продукция). Определение первичной продукции является важнейшим моментом в оценке продуктивности океана в целом, поскольку фитопланктон является начальным звеном всех пищевых цепочек.

Гидроакустический комплекс НЭС «Северный Полюс», имеющий в составе профилограф донных осадков, однолучевой глубоководный двухчастотный эхолот и систему определения местоположения, курса и перемещений судна позволяет регистрировать в режиме реального времени профиль донных отложений и параметры батиметрии по маршруту дрейфа. Условия судового базирования, при которых возможно стационарное размещение чувствительной регистрирующей аппаратуры в помещении со стабильно

выдерживаемыми температурой и влажностью, позволили также дополнить программу геофизических исследований непрерывными гравиметрическими наблюдениями. Интерпретация совместных профилей гравитационного и магнитного полей позволит оценить их динамику, отражающую крупномасштабные изменения внутриземных источников этих полей, которые могут влиять на состояние дна и вод Северного Ледовитого океана.

Отдельный исследовательский инструмент, интегрированный в НЭС, представляет собой система мониторинга ледовых нагрузок на корпус судна (СМЛН). Данные, регистрируемые распределённой системой датчиков напряжений, в совокупности с информацией, поступающей от подсистемы оценки параметров напряженно-деформированного состояния прилегающего к корпусу льда, материалами визуальных наблюдений за изменениями состояния ледяного покрова в непосредственной близости от судна и протокола событий взаимных механических воздействий в системе судно-лёд, предоставляют профильным специалистам уникальную возможность верификации теоретических и модельных расчётов. В целом, на настоящий момент, научная программа экспедиция выполняется в полном объеме.

20 апреля 2023 года осуществлена частичная ротация персонала экспедиции. Вывезены три члена экспедиции, 5 членов экипажа НЭС «Северный полюс» и представитель завода-изготовителя «Адмиралтейские верфи». Доставлены два члена экспедиции, 4 члена экипажа и представитель завода-изготовителя. Кроме того, на борт судна доставлено 1,5 тонны необходимого груза. Ротация была проведена с использованием снежно-грунтовой взлетно-посадочной полосы НИС «Ледовая база Мыс Баранова» ФГБУ «ААНИИ» (арх. Северная Земля) и построенной в приполюсном районе ООО «Барнео» ледовой взлетно-посадочной полосы. В операции по ротации были задействованы в рамках контракта с ООО «Барнео» самолет Ан-72 на маршруте Красноярск – Хатанга – НИС «Ледовая база Мыс Баранова» – ледовая база «Барнео» и вертолеты Ми-8т на маршруте ледовая база «Барнео» - «Северный полюс-41».

НЭС «Северный полюс» полностью оправдало ожидания в плане обеспечения безопасности научного состава экспедиции при возникновении подвижек и разломов льда. При многократных нарушениях сплошности ледяного покрова, в конечном итоге приведших к практически полному разрушению базового поля станции, были отработаны схемы эвакуации со льда на борт судна персонала и оборудования.

Система цифровой обработки и визуализации радиолокационных сигналов Rutter SIGMA S6 и индикатор ледовой обстановки «IceVision» обеспечивают возможность оперативной оценки состояния ледяного покрова в радиусе до 18 морских миль. Предоставляемая информация используется как для мониторинга ледовых условий по маршруту дрейфа, так и при внесении корректировок в планы экспедиционных работ, выполняемых на дрейфующем льду, что особенно важно в период полярной ночи.

Прошла проверку и была признана эффективной построенная на базе радиолокационного индикатора ледовой обстановки «IceVision» и комплекса оперативной радиосвязи система мониторинга пространственного положения и состояния находящихся на льду сотрудников экспедиции.

Следует отметить, что результате происходящих событий нарушения целостности базового поля персонал научных подразделений экспедиции был вынужден многократно прерывать научные исследования, выполнявшиеся как в ледовом лагере, так и с борта судна. Научное оборудование эвакуировалось со льда, ожидалась стабилизация ледовой обстановки, после чего сотрудники экспедиции вновь приступали к развёртыванию инфраструктуры лагеря и обустройству забортных сооружений, необходимых для обеспечения эксплуатации погружного оборудования. Наиболее уязвимы в этом отношении размещаемые в ледовом лагере системы сбора метеорологических и геофизических данных, поскольку соответствующие элементы инфраструктуры выносятся на дистанцию до 600 м от борта судна, соответственно, в случаях нарушения сплошности ледяного покрова велика

вероятность обрыва силовых и сигнальных линий, разрушения конструкций, потери оборудования в результате затораживания или утопления, отсечения от базового поля при прохождении трещин.

Чрезвычайно существенным негативным следствием подвижек ледяных полей в непосредственной близости от судна явилось образование нагромождений фрагментов битого льда за кормой. Возникающие многоярусные «подсовы» мощностью до 8 метров в некоторых случаях практически исключали возможность обустройства майн в зоне действия грузоподъемных механизмов, что препятствовало выполнению работ по программам геологических, биологических, океанологических, гидрохимических исследований.

Также обращает на себя выявленное несоответствие эксплуатационных температурных диапазонов некоторых элементов оснастки НЭС реальным условиям, в частности, отмечены отказы палубного грузоподъемного оборудования (бортовой кран), гидравлической системы транцевого закрытия, антенной системы комплекса приёма спутниковой информации уже при температурах -35°C , что существенно выше заявленных. Данные узлы требуют доработки, возможно, внесения некоторых конструктивных изменений, направленных на увеличение мощности и повышение эффективности систем обогрева.

В целом же жизнеспособность и эффективность проекта организации дрейфующих станций на базе НЭС «Северный полюс» сомнений не вызывает. Осуществление регулярного развёртывания дрейфующих станций по схеме «Северный полюс – 41» обеспечит возможность возобновления национального скоординированного мониторинга состояния природной среды Арктического региона на уровне, соответствующем статусу лидера морских арктических исследований.

По окончании экспедиции, помимо обработки массивов полученных данных, предстоит большая работа по осмыслению полученного опыта работы на НЭС «Северный полюс» с целью улучшения планирования и организации экспедиционных работ, оптимизации использования приборного парка и инфраструктуры, проведения ремонта и модернизации судна.

Таким образом, по итогам первых 9 месяцев дрейфа станции можно сделать следующие предварительные выводы:

1. Дрейф экспедиции «Северный полюс-41» проходит успешно, научная программа выполняется в полном объеме;
2. НЭС «Северный полюс» подтвердило заложенные проектом качества и характеристики, показало возможность его эффективного использования в качестве платформы для длительной дрейфующей экспедиции в СЛО;
3. НЭС «Северный полюс» может использоваться как база для масштабных межведомственных и международных экспедиций;
4. Заложена основа новой логистической схемы организации и поддержки высокоширотных экспедиций в Арктике с опорой на научно-экспедиционные суда ФГБУ «АНИИ» и сезонный аэродром на НИС «Мыс Баранова»;
5. Опыт первой экспедиции на НЭС «Северный полюс» требует глубокого осмысления для внесения корректив в планы подготовки и технологии проведения будущих дрейфующих экспедиций;
6. Выявлены ряд технических проблем на судне, которые должны быть устранены в ходе гарантийного ремонта;
7. Подготовлены предложения по улучшению условий проведения экспедиционных работ на судне, которые могут быть реализованы в ходе его модернизации.

Ученый совет постановил:

- 1.1. Принять к сведению информацию, представленную в докладе.
- 1.2. По окончании экспедиции проанализировать полученный опыт и разработать рекомендации в целях улучшения планирования и организации экспедиционных работ,

оптимизации использования приборного парка и инфраструктуры дрейфующих экспедиций, проведения ремонта и модернизации НЭС «Северный полюс».

*Отв. Ю.В. Угрюмов
Срок – 1 кв. 2024 г.*

1.3. При формировании Программы научных исследований экспедиции «Северный полюс – 42» учесть опыт и научные результаты первой экспедиции на НЭС «Северный полюс» в целях повышения эффективности исследований.

Отв. Угрюмов Ю.В., Ашик И.М.

1.4. Организовать отдельное заседание Ученого совета (серию Ученых советов/конференцию) по рассмотрению научных результатов экспедиции, полученных в экспедиции «Северный полюс – 41»

*Отв. Ашик И.М., Угрюмов Ю.В., Гусакова М.А.
Срок – 1 кв. 2024 г.*

2. Заслушали сообщение заместителя директора по экспедиционной работе, начальника РАЭ-Ш Ю.В. Угрюмова «О ходе подготовки рейса НЭС «Академик Трёшников» (ротация ЛСП) и программы научных работ».

Ученый совет постановил:

2.1. Отметить, что подготовка рейса НЭС «Академик Трёшников» (ротация ЛСП) и программы научных работ идет в соответствии с планом.

2.2. Программу научных работ рейса НЭС «Академик Трёшников» рассмотреть на межотдельском семинаре

*Отв. Ашик И.М., Угрюмов Ю.В.
Срок – июль 2023 г.*

2.3. Решение семинара и Программу научных работ рейса НЭС «Академик Трёшников» представить для заключения членам Ученого совета

*Отв. Гусакова М.А.
Срок – июль 2023 г.*

3. Заслушали доклад ведущего научного сотрудника – зав. лабораторией ОЛРиП В.М. Смоляницкого «Предварительные результаты использования дрейфующих буев для оценки метеорологических и гидрологических параметров СЛО и программа модернизации ГНС в Арктике на их основе».

Ученый совет отмечает:

Представлены технические характеристики и результаты экспресс-анализа срочных наблюдений от распределенной сети наблюдений (РСН), сформированной на основе ледостойких поверхностных дрейфующих буев производства ООО «Марлин-Юг» в сентябре – октябре 2022 г. в Арктическом Бассейне в форме мезомасштабного полигона экспедиции «Северный полюс – 41» (с центральной точкой – ЛСП НЭС «Северный полюс») и успешно функционирующей по настоящий момент времени. Для формирования РСН использованы: барометрические буи типа iceST-B/SVP-B, ледовые термопрофилирующие буи типа iceBTC1.1/2/5 (термокосы длинами 110- 500 см), океанические термопрофилирующие буи типа iceBTC60/80 (термокосы длинами 60-80 м), метеостанция icemeteo. Формирование РСН выполнено в виде квадратного полигона с длиной стороны ~15 км и 9 узловыми точками, где установлены 15 буев указанных выше типов (от 1 до 3 буев на одну узловую точку) и 7 внешних узлов на расстояниях 50-150 км от центра в продолжение диагоналей полигона, всего 22 буй.

Список оперативно измеряемых параметров включает (в скобках приведено количество точек измерения/дискретность измерения в минутах): атмосферное давление и его тенденцию (15/10-60); температуру поверхности льда/снега (15/10-60); вектор дрейфа льда (15/10-60); профиль температуры снежно-ледяного покрова (с возможностью оценки толщины льда) (6/60); профиль температуры приповерхностного слоя океана (с возможностью оценки теплозапаса) (6/15); температуру воздуха (2 м) и скорость ветра (1/10).

Внешние 7 узлов РСН фактически представляют собой национальный компонент Региональной опорной сети наблюдений (РОСН) Всемирной метеорологической организации (ВМО). Формирование национального компонента ГОСН является одной из приоритетных задач ФГБУ «ААНИИ» в рамках выполнения с 2022 года ведомственного проекта «Модернизация и развитие гидрометеорологической сети наблюдений за состоянием окружающей среды в АЗРФ» ГП РФ «Охрана окружающей среды». Сбор и передача в ФГБУ «ААНИИ» оперативных наблюдений выполняется в формате коротких бинарных сообщений длинами 20-50 байт посредством спутниковой системы ИРИДИУМ. На основе разработанной МЦД МЛ технологии выполняется декодирование данных, расчет производных характеристик и включение дополнительной технической информации (место постановки, номер ИГСНВ ВМО и т.д.).

Мониторинг технического состояния включает слежение за уровнем питания буев, показаниями датчиков, и, в случае потери их функциональности, анализ причин данного события совместно с производителем. На настоящий момент снижение уровня питания составил в среднем с 12 до 9 вольт при критическом значении порядка 7,5 вольт, что позволяет говорить о работоспособности РСН по питанию еще в течении 2-4 месяцев. Полный выход из строя буев составил 2 из 15 для мезомасштабного полигона ЛСП и 4 из 7 для внешних узлов, частичный выход из строя включал обрыв ряда термокос и временное заклинивание датчика ветра (при минимальных температурах). Основные предполагаемые причины – природные, а именно динамические процессы во льду: наслоение, торошение. Предварительный анализ измеряемых параметров показал изменчивость скоростей дрейфа буев РСН в пределах 0...40 км/сутки, полученные оценки толщин льда (включая внешние точки) составили 70 – 300 см, что соответствует оценкам толщин льда на основе ИСЗ Cryosat-2. Данные термопрофилирования поверхностного слоя также в целом соответствуют численным реанализам проекта Коперник. Таким образом, как технические результаты анализа работоспособности, так и результаты экспресс-анализа наблюдений показывают правомерность использованных ФГБУ «ААНИИ» подходов к формированию РСН.

Разработан проект программы модернизации ГНС в морской Арктике на основе ледостойких дрейфующих буев. Предлагаемый состав наблюдаемых параметров и плотность размещения МАБС следуют требованиям ВМО к РОСН с учетом требований к более частым наблюдениям на акватории СМП для анализа и прогноза элементов ледовой обстановки.

Ученый совет постановил:

3.1. Принять информацию, представленную в докладе, к сведению.

3.2. Одобрить выполняемые МЦД МЛ работы по поддержке РСН в рамках экспедиции «Северный полюс-41».

3.3. По окончании экспедиции «Северный полюс – 41» проанализировать полученный опыт и разработать рекомендации по формированию РСН для следующих экспедиций на НЭС «Северный полюс».

Отв. В.М. Смоляницкий

Срок – 1 кв. 2024 г.

3.4. В целом одобрить предложенный проект программы модернизации ГНС в морской Арктике на основе ледостойких дрейфующих буев с учетом высказанных замечаний, в том числе по системам связи и интеграции наблюдений в существующие технические решения сбора данных со станций в АЗРФ.

3.5. Дать предложения и уточнения к проекту программы модернизации ГНС в морской Арктике на основе ледостойких дрейфующих буев

*Отв. Члены Ученого совета,
Заинтересованные специалисты отделов ААНИИ
Срок – июль – август 2023 г.*

3.6. Подготовить итоговый проект программы модернизации ГНС в морской Арктике на основе ледостойких дрейфующих буев и согласовать его с заинтересованными членам Ученого совета и специалистами отделов ААНИИ. При необходимости провести семинар для обсуждения итогового проекта Программы.

*Отв. Смоляницкий В.М.
Срок – сентябрь 2023 г.*

3.7. Представить итоговый проект программы модернизации ГНС в морской Арктике на основе ледостойких дрейфующих буев на утверждение директору ААНИИ.

*Отв. Смоляницкий В.М.
Срок – сентябрь 2023 г.*

Председатель Ученого совета

А.С. Макаров

Ученый Секретарь Ученого совета

М.А. Гусакова

