



ААНИИ

ПРОГРАММА ИТОГОВОЙ СЕССИИ УЧЕНОГО СОВЕТА ФГБУ «ААНИИ»

01.02.23 – 02.02.23

Средний зал ФГБУ «ААНИИ»

1 февраля 2023 г.

- 10:00 – 10:30** [Основные результаты 2022 года по подпроекту НИТР 5.1.1 «Развитие существующих и разработка новых моделей, методов и технологий краткосрочного прогнозирования элементов ледово-гидрологического режима СЛЮ, включая акваторию СМП, низовьев и устьевых областей рек на основе численного моделирования, физико-статистического подхода и метода дискретных элементов»](#)
Клячкин С.В.
- 10:30 – 11:00** [Основные результаты 2022 года по подпроекту НИТР 5.1.2 «Развитие существующих и разработка новых методов и технологий долгосрочного \(месячного и сезонного\) прогнозирования элементов ледово-гидрологического режима арктических морей, низовьев и устьевых областей рек в условиях климатических изменений»](#)
Юлин А.В.
- 11:00 – 11:30** [Основные результаты 2022 года по подпроекту НИТР 5.1.3 «Разработка автоматизированных методов оценки состояния морского ледяного покрова, на основе снимков ИСЗ видимого и ИК-диапазонов и радиолокационных данных с различной поляризацией. Анализ и диагноз состояния гидрометеорологического и ледового режима СЛЮ, включая акваторию СМП, и подготовка обзоров в форме Интернет публикаций»](#)
Смирнов В.Г.
- 11:30 – 12:00** [Основные результаты 2022 года по подпроекту НИТР 5.1.4 «Мониторинг состояния и загрязнения природной среды, включая криосферу, в Арктическом бассейне и районах научно-исследовательского стационара «Ледовая база Мыс Баранова», Гидрометеорологической обсерватории Тикси и Российского научного центра на архипелаге Шпицберген»](#)
Махотин М.С.
- 12:00 – 13:00** **ПЕРЕРЫВ**

- 13:00 – 13:30** [Основные результаты 2022 года по подпроекту НИТР 5.1.5 «Исследование крупномасштабной динамики, физических процессов, механики деформирования и разрушения морских льдов с целью совершенствования методов краткосрочного прогнозирования сжатия и торошения»](#)
Смирнов В.Н., Кушеверский И.А.
- 13:30 – 14:00** [Основные результаты 2022 года по подпроекту НИТР 5.1.6 «Разработка теоретических, численных, экспериментальных и натурных методов исследования процессов взаимодействия инженерных объектов со льдом»](#)
Чернов А.В.
- 14:00 – 14:30** [Основные результаты 2022 года по проекту НИТР 5.2 «Комплексные океанологические, климатические, гляциологические и геофизические исследования Антарктики и Южного океана»](#)
Липенков В.Я.
- 14:30 – 15:00** [Основные результаты 2022 года по проекту НИТР 6.1 «Развитие и модернизация технологий мониторинга геофизической обстановки над территорией Российской Федерации и Арктики»](#)
Калишин А.С.
- 15:00 – 15:30** **ПЕРЕРЫВ**
- 15:30 – 16:00** [Результаты методического руководства гидрологическими наблюдениями в АЗРФ в 2022 году](#)
Третьяков М.В.
- 16:00 – 16:30** [Опыт сверхдолгосрочного прогноза ледовитости и температуры воздуха в Арктике.](#)
Тимохов Л.А.
- 16:30 – 17:00** [Изыскательская и научно-исследовательская деятельность лаборатории "Арктик-шельф" в 2022 году](#)
Гудошников Ю.П.

2 февраля 2023 г.

- 10:00 – 10:30** [Основные итоги работы ААНИИ в 2022 г.](#)
Макаров А.С.
- 10:30 – 11:00** [Научные исследования ААНИИ в 2022 г. и их перспективы на ближайший период.](#)
Ашик И.М.
- 11:00 – 11:30** [О работах по Плану мероприятий реализации Стратегии развития деятельности Российской Федерации в Антарктике до 2030 г.](#)
Клепиков А.В.

- 11:30 – 11:50** [Мониторинг климата Арктики в 2022 году \(проект 3.2 Плана НИТР Росгидромета\)](#)
Алексеев Г.В.
- 11:50 – 12:50** **ПЕРЕРЫВ**
- 12:50 – 13:20** [Результаты НИР ФГБУ «ААНИИ» 2022 года в рамках реализации ВИПГЗ «Единая национальная система мониторинга климатически активных веществ» в части работ по мониторингу потоков энергии и климатически активных газов в акваториях российских Арктических морей в присутствии ледяного покрова](#)
Макитас А.П., Махотин М.С.
- 13:20 – 13:50** [Результаты НИР ФГБУ «ААНИИ» 2022 года в рамках реализации ВИПГЗ «Единая национальная система мониторинга климатически активных веществ» в части создания государственной системы мониторинга состояния многолетней мерзлоты.](#)
Веркулич С.Р. Угрюмов Ю.В.
- 13:50 – 14:30** **Дискуссия. Подведение итогов**

1 февраля 2023 г.

Основные результаты 2022 года по подпроекту НИТР 5.1.1 «Развитие существующих и разработка новых моделей, методов и технологий краткосрочного прогнозирования элементов ледово-гидрологического режима СЛО, включая акваторию СМП, низовьев и устьевых областей рек на основе численного моделирования, физико-статистического подхода и метода дискретных элементов»

Клячкин С.В.

Цель работы в 2022 г. заключалась в создании рабочей версии интегрированной интерактивной системы численного прогнозирования элементов ледово-гидрологического режима СЛО, включая акваторию СМП, технологии прогнозирования морского волнения в СЛО и некоторых локальных акваториях с помощью моделей 2-го и 3-го поколений, создании программного комплекса для прогноза перемещения полярных мезоциклонов, подготовленной для проведения испытаний оперативной версии системы COSMO-Ru со вставленными конфигурациями модели ICON для прогноза для Арктики. Кроме того, предполагалось создать рабочие версии программного обеспечения прогнозирования локального дрейфа на основе метода дискретных элементов и на основе физико-статистической модели, а также разработать алгоритм и соответствующее программное обеспечение для автоматизированного подбора комплексного аналога для прогноза характеристик разрывов в ледяном покрове моря Лаптевых.

В ходе выполнения работы отлажены основные интерфейсы интегрированной системы прогноза элементов ледово-гидрологического режима СЛО и морей СМП, отработана технология расчета граничных условий по морскому волнению. Созданы рабочие версии программного обеспечения для прогноза локального дрейфа с помощью метода дискретных элементов и физико-статистической модели. Создан и протестирован программный комплекс для прогноза перемещения полярных мезоциклонов, оперативная версия системы COSMO-Ru со вставленными конфигурациями модели ICON подготовлена для проведения испытаний. Разработано программное обеспечение для формирования комплексных аналогов и выполнения прогноза характеристик разрывов в ледяном покрове моря Лаптевых.

Основные результаты 2022 года по подпроекту НИТР 5.1.2 «Развитие существующих и разработка новых методов и технологий долгосрочного (месячного и сезонного) прогнозирования элементов ледово-гидрологического режима арктических морей, низовьев и устьевых областей рек в условиях климатических изменений»

Юлин А.В.

По разделу 5.1.2 работы велись по 7 темам, связанных с исследованием возможности долгосрочного и сверхдолгосрочного прогнозирования элементов ледового, гидрологического и навигационного режимов в Северном Ледовитом океане.

Первая группа тем содержит исследования по разработке долгосрочных ледовых прогнозов с заблаговременностью 1–2 месяца физико-статистическими методами: прогнозирование распределения возрастного состава льда в зимний период; прогнозирование сроков устойчивого ледообразования в Карском море с учетом данных о температуре поверхности воды; прогнозирование температуры воздуха для восточных арктических морей на холодный период года на основе макроциркуляционного метода; прогнозирование максимальных уровней воды рек Пур, Надым, Пяку-Пур и Таз.

Вторая группа тем связана с разработкой сверхдолгосрочных прогнозов и сценариев долговременных изменений состояния арктической атмосферы, океана и ледяного покрова: разработка методических основ сезонных прогнозов состояния льда в арктических морях и в Арктическом бассейне; разработка модели влияния астрогеофизических факторов на состояние атмосферы, океана и ледяного покрова Арктики, статистических моделей межгодовых и климатических изменений, сценариев долговременных изменений.

Третье направление связано с изучением ледового плавания и разработкой методики автоматизированного выбора оптимальных маршрутов безледокольного плавания судов типа Arc7 в акватории СМП, в зимний период.

В результате проведенных исследований получены следующие результаты:

Проведена классификация крупномасштабных атмосферных процессов по трем разновидностям. Выбраны методические принципы для построения тестовой модели прогноза температуры воздуха для восточных арктических морей на холодный период на основе макроциркуляционного метода. Разработано и начато тестирование физико-статистических моделей долгосрочного прогноза сроков ледообразования по акватории Карского моря с учетом данных о температуре поверхности воды. Разработана тестовая прогностическая модель прогноза распределения льда по возрасту в 28-и детализированных районах трассы СМП. Проведены тестовые расчеты, результаты которых показали положительные оценки.

Проведен многомерный статистический анализ, ЕОФ-разложения, взаимно-корреляционного и спектрального анализа для построения схем зависимостей между влияющими факторами и характеристиками морского льда в арктических морях. Разработана методическая основа сезонных прогнозов состояния льда. Разработано ПО СУБД электронным архивом данных ледово-эксплуатационных параметров безледокольного плавания судов ARC 7 по трассе СМП. Получены результаты тестовых модельных расчетов скорости движения судна в Татарском проливе

В рамках физико-статистического метода сформулированы концептуальный подход и методические основы оценки межгодовых (до 3–10 лет) изменений характеристик атмосферы, океана и ледяного покрова Арктики с учетом астрогеофизических влияний. Получены статистические уравнения второго уровня и статистические оценки вклада гидрометеорологических и астрогеофизических факторов. Выполнен опытный сверхдолгосрочный прогноз приземной температуры воздуха в Арктике.

Выбран метод разработки физико-статистической модели долгосрочного прогноза гидрологического явления, основанный на нейросетевых моделях и нечеткой логике, применимый для линейных и сложных нелинейных задач, а также задач классификации.

Проведены через ЦМКП и рекомендованы к внедрению в практическую деятельность 2 метода долгосрочных прогнозов (метеорологический и ледовый).

Опубликовано 9 статей (РИНЦ), из них 3 имеют международную индексацию.

Основные результаты 2022 года по подпроекту НИТР 5.1.3 «Разработка автоматизированных методов оценки состояния морского ледяного покрова, на основе снимков ИСЗ видимого и ИК-диапазонов и радиолокационных данных с различной поляризацией. Анализ и диагноз состояния гидрометеорологического и ледового режима СЛО, включая акваторию СМП, и подготовка обзоров в форме Интернет публикаций»

Смирнов В.Г.

В докладе представлены разработанные в 2022 г. по подпроекту НИТР 5.1.3 автоматизированные методы оценки состояния морского ледяного покрова по спутниковым снимкам.

На примере спутниковых снимков морей Российской Арктики продемонстрированы возможности метода автоматизированной оценки торосистости ледяного покрова, основанного на совместном использовании радиолокационных снимков и снимков видимого диапазона с высоким пространственным разрешением. По РЛ-снимкам двойной поляризации вычисляются текстурные характеристики (ТХ) изображения и с использованием метода нейронных сетей выполняется картирование торосов. Снимки видимого диапазона используются для оценки высоты торосов по их теням.

Излагается метод оценки нарушений сплошности ледяного покрова (НСЛ) применительно к оптическим снимкам и к радиолокационным. Анализ НСЛ на РЛ-изображениях проводится по методу нейронных сетей с использованием оптимальных наборов ТХ для разных сезонов. Для оптических снимков НСЛ определяются путем сегментации снимка, бинаризации изображения и установки адаптивного порога.

Проиллюстрирован на примерах метод оценки геометрических параметров разрывов в ледяном покрове по спутниковым снимкам, использующий пакет вычислительной геометрии Shapely 1.6 Python.

Создана как отдельный документ, в соответствии с национальными стандартами, «Программа и методика авторских испытаний автоматизированных методов оценки состояния морского ледяного покрова и геометрических параметров разрывов в ледяном покрове», предназначенная для испытаний в 2023 году разработанных методов.

В рамках подпроекта подготовлены обобщающий годовой обзор гидрометеорологических процессов, наблюдавшихся в 2021 г., включающий обзоры за четыре квартала 2021 года, и обзоры гидрометеорологических процессов, наблюдавшихся в 1, 2 и 3 кварталах 2022 г. Обзоры гидрометеорологических процессов оформлены в виде интернет-публикаций на официальном сайте ФГБУ ААНИИ. Годовой обзор гидрометеорологических процессов в 2021 году подготовлен также в виде печатного издания.

Основные результаты 2022 года по подпроекту НИТР 5.1.4 «Мониторинг состояния и загрязнения природной среды, включая криосферу, в Арктическом бассейне и районах научно-исследовательского стационара «Ледовая база Мыс Баранова», Гидрометеорологической обсерватории Тикси и Российского научного центра на архипелаге Шпицберген»

Махотин М.С.

В 2022 году в соответствии с календарным планом по теме 5.1.4 «Мониторинг состояния и загрязнения природной среды, включая криосферу, в Арктическом бассейне и районах научно-исследовательского стационара «Ледовая база Мыс Баранова», Гидрометеорологической обсерватории Тикси и Российского научного центра на архипелаге Шпицберген» были выполнены следующие работы:

Получены оценки состояния природной среды высокоширотной Арктики. Добавлены новые данные в электронные архивы и базы данных о состоянии и динамике элементов климатической системы (атмосфера, гидросфера, ледники, морской лед) в районах действия обсерваторий ААНИИ. Разработана усовершенствованная версия численной модели деятельного слоя грунта с оптимизированными настройками и введенными новыми и улучшенными параметризациями физических процессов подсеточных масштабов. Получена комплексная оценка эволюции термохалинных параметров с построением объединенной схемы их временной изменчивости на основе результатов совместного анализа ретроспективных расчетов на модели NEMO, данных океанского реанализа и данных наблюдений в районе архипелага Северная Земля.

Получены новые данные о гидрологических характеристиках поверхностных водных объектов суши архипелагов в деятельности ААНИИ по оценкам современного состояния и загрязнения различных природных сред АЗРФ.

Подготовлена первая редакция нормативного документа (СТО) по организации и проведению мониторинга поверхностных водных объектов в условиях высокоширотной Арктики.

Подготовлена первая версия модели усвоения натурных данных по механике деформации и разрушения морского льда, получаемых от системы мониторинга ледовых нагрузок ледостойкой самодвижущейся платформы «Северный Полюс».

Определены величины баланса массы, параметры и особенности хода абляции ледников архипелагов Шпицберген и Северная Земля в ходе проведения гляциологических исследований.

Получены результаты анализа возможности автоматического определения влияния ионосферного поглощения на параметры распространения радиоволн декаметрового диапазона над акваторией Баренцева моря, а также результаты обработки данных по абсолютным измерениям модуля магнитного поля Земли на научно-исследовательском стационаре «Ледовая база Мыс Баранова».

Подготовлены база океанографических данных, полученных на автономных измерительных станциях, устанавливаемых на базе обсерваторий ФГБУ «ААНИИ» с 2014 г., и база данных стандартных и специальных метеорологических наблюдений, выполняемых на обсерваториях ФГБУ «ААНИИ» с 2010 г.

Основные результаты 2022 года по подпроекту НИТР 5.1.5 «Исследование крупномасштабной динамики, физических процессов, механики деформирования и разрушения морских льдов с целью совершенствования методов краткосрочного прогнозирования сжатия и торошения»

Смирнов В.Н., Кушеверский И.А.

В 2022 году проведён анализ натуральных данных по механике деформирования и разрушения морских льдов, полученных с помощью мониторинга колебательных и волновых процессов на поверхности СЛО в экспедициях 2019-2022гг

В докладе представлен анализ сезонной изменчивости характеристик динамических процессов в дрейфующем льду и их связь с метеорологическими условиями. Рассмотрены явления воздействия на лед поверхностных гравитационных волн от далеких штормов на чистой воде и над сплошным ледяным покровом. Определен широкий спектр волн во льду, обусловленных динамическими явлениями на поверхности СЛО. Полученная информация позволяет разработать метод прогнозирования разлома ледяных полей волнами зыби в режиме реального времени.

Получены новые данные для совершенствования методов краткосрочного прогнозирования сжатия и разрушения морского льда, играющие важную роль при изучении процессов теплообмена вод океана с атмосферой, а также при оценке несущей способности льда в ледотехнических задачах. Проведен анализ результатов по процессам трещинообразования и возникновения автоколебательных явлений при сжатии и торошении льдов. Показано, что появление автоколебаний во льдах можно использовать как прогностический признак наступающего сжатия и возможного разрушения льда. Полученные результаты могут быть использованы как для совершенствования методологии прогнозирования состояния льдов в моделях прогноза погоды и климата, так и в инженерных задачах арктического шельфа.

На основе натуральных данных, полученных на припайном льду моря Лаптевых в районе НИС «Ледовая база Мыс Баранова» 2020-2022 гг. проведён анализ сезонной изменчивости характеристик колебаний припая. На основе изгибно-гравитационных волн на припае и микросейсмических колебаний на берегу совершенствуется методика прогнозирования времени разрушения выводных ледников и образования айсбергов.

С учётом новых данных, внесены корректировки в алгоритм программирования динамических процессов в дрейфующих и припайных льдах.

На основе обобщённых и проанализированных ранее полученных натуральных данных в 2022 году сделано описание алгоритма формирования ровного припайного льда в районе снегонакопления у препятствий (на примере айсберга) и построена концептуальная модель распределения льда и полостей в теле тороса.

Основные результаты 2022 года по подпроекту НИТР 5.1.6 «Разработка теоретических, численных, экспериментальных и натуральных методов исследования процессов взаимодействия инженерных объектов со льдом»

Чернов А.В.

Подготовлены аналитические обзоры методов расчета ледовой нагрузки для различных сценариев взаимодействия судна со льдом, а также методов расчета реакций корпусных конструкций судов и сооружений на ледовое воздействие. Выполненные работы позволяют повысить обоснованность выбора расчетных сценариев и назначению ледовой нагрузки при оценке безопасности плавания судов и ледоколов в ледовых условиях арктических морей.

Продолжены работы по расширению номенклатуры ледовых условий и ледяных образований, моделируемых в ледовом опытовом бассейне ААНИИ. Выполнен обзор существующих экспериментальных исследований в ледовых бассейнах, а также существующих аналитических и полуэмпирических методов оценки ледового сопротивления судов при движении в ледовом канале. Разработан метод моделирования ледовых каналов в ледовом бассейне ААНИИ для экспериментальной оценки ледового воздействия на инженерные объекты, в том числе суда ледового плавания. Метод апробирован при проведении модельных экспериментов и будет в дальнейшем использоваться для физического моделирования движения судна по каналу.

Разработана усовершенствованная методика проведения испытаний ледовой ходкости судна, в частности разработана уточненная методика пересчета результатов испытаний ледовой ходкости на спецификационные условия. Разработана усовершенствованная методика проведения испытаний маневренности судна в ледовых условиях – подготовлен регламент проведения испытаний маневренности судна в ледовых условиях. Апробация разрабатываемых методик осуществляется в ходе проведения натуральных ледовых испытаний судов различных типов.

Составлена первая версия алгоритма и разработана первая версия метода численного моделирования трения льда, взаимодействующего с корпусом движущегося судна. Метод нуждается в машинной реализации, а также в верификации по данным модельного и натурального экспериментов.

Продолжается разработка метода измерения усилий в ледяном покрове с использованием измерений реакций корпусных конструкций, который будет использован для интерпретации данных, полученных с помощью системы мониторинга ледовых нагрузок на ЛСП «Северный полюс».

На базе теоретического обоснования и выполненного физического моделирования получены параметры пространственного распределения ледяного обломочного материала в судоходном канале, а также количественная оценка влияния пространственной неоднородности распределения обломочного материала на накопление ледяной каши в канале. Подготовлена первая версия методических указаний по расчету необходимого количества ледовых каналов для обеспечения бесперебойного судоходства в зоне припайных льдов.

Основные результаты 2022 года по проекту НИТР 5.2 «Комплексные океанологические, климатические, гляциологические и геофизические исследования Антарктики и Южного океана»

Липенков В.Я.

Сформирована и интегрирована в СРБД ЕСИМО база судовых океанологических и гидрохимических данных, полученных в период сезонных работ 67 РАЭ (2022 г.) в районе станций Русская, Мирный и Беллинсгаузен. Подготовлено электронное режимно-справочное пособие по району станции Молодежная. Настроен программный комплекс Fluidity-ICOM для воспроизведения перемешивания плотных вод в области антарктического шельфа-склона с окружающими водами в процессе каскадинга в зимний период в районе вскрытия полыньи.

Получены новые экспериментальные данные о коэффициенте теплопроводности снега в условиях его естественного залегания вблизи станции Восток. По данным мониторинга температуры верхнего 100-метрового слоя ледниковой толщи реконструирован межгодовой ход эффективной температуры поверхности ледника на станции Восток в период с 1940 по 2018 г. Выполнено согласование результатов реконструкций температуры по термограммам и изотопному составу снежно-фирновых отложений с данными метеонаблюдений. Получены новые данные о мелкомасштабной изменчивости изотопного состава (δD , $\delta^{18}O$ и $\delta^{17}O$) конжеляционного льда подледникового озера Восток. Создана и зарегистрирована база данных, включающая все результаты изотопных исследований кернов озерного льда из скважин 5Г-1, 5Г-2 и 5Г-3 в интервале глубин 3538-3769 м. Установлено, что изменения концентрации тяжелых изотопов во льду глубже 3607 м отражают пространственно-временные изменения изотопного состава озерной воды, связанные с меняющимся притоком талой ледниковой воды в район льдообразования из северных частей озера.

Исследована природа сезонных вариаций в соотношениях между РС индексом и электрическим полем солнечного ветра EKL, воздействующим на магнитосферу Земли. Показано влияние солнечных протонных событий (SPE) на эти соотношения. Построены карты пространственно-временного распределения критических частот f_0 слоя F2 ионосферы в полярных областях при разной величине РС индекса. По данным наблюдений на станции Новолазаревская в период минимума 24-25 цикла солнечной активности (2021-2022 годы) подтвержден сделанный ранее вывод о том, что изменения солнечного ультрафиолетового излучения в диапазонах 280-315 нм и 315-400 нм связаны с циклическими вариациями магнитного поля Солнца. Проведено исследование зависимости общего содержания озона (ОСО) в Антарктике от вариаций УФ излучения Солнца на разных периодах. Уточнен механизм влияния солнечной активности на циклы квазидвухлетней осцилляции, и сделан, с учетом этого механизма, уточненный прогноз ОСО на 2023 и 2024 гг.

Подтверждена перспективность использования дистанционных методов для оценки альbedo значительных по площади труднодоступных участков подстилающей поверхности в Антарктике. Создана база данных измерений отражательных характеристик поверхности в районе антарктической станции Беллинсгаузен (ледник Коллинз) с помощью БПЛА.

Сделан обзор по климату Антарктики.

Основные результаты 2022 года по проекту НИТР 6.1 «Развитие и модернизация технологий мониторинга геофизической обстановки над территорией Российской Федерации и Арктики»

Калишин А.С.

Основными задачами мониторинга геофизической обстановки является прогноз и своевременное предупреждение об опасных гелиогеофизических явлениях и изменениях условий распространения радиоволн. В рамках Проекта «Развитие и модернизация технологий мониторинга геофизической обстановки над территорией Российской Федерации и Арктики» были выполнены научно-исследовательские работы по разработке методов и технологий наблюдений естественных и искусственных ионосферных возмущений в Арктике. Этап 2021-2022 гг. являлся логическим продолжением предыдущих работ и касался разработки методов диагноза высокоширотной ионосферы программно-аппаратными комплексами и адаптивными моделями, исследований в области генерации искусственных возмущений ионосферы, разработки руководящих документов по проведению ионосферных наблюдений. Основной целью работ Проекта является повышение качества наблюдений на сети мониторинга, своевременный прогноз и оповещение об опасных геофизических условиях.

Результаты методического руководства гидрологическими наблюдениями в АЗРФ в 2022 году

Третьяков М.В.

Методическое руководство гидрологическими наблюдениями согласно нормативным документам ведется по двум направлениям: научно-методическое обеспечение и оперативное методическое руководство.

Научно-методическое обеспечение гидрологических наблюдений выполнялось в рамках Плана НИТР. В результате выполнения темы 2.2.1 «Разработка научно-методических основ для совершенствования функционирования гидрологической сети» разработана программа региональных гидрологических наблюдений в Обско-Тазовской устьевой области, а также разработана технология сбора данных о состоянии компонент платформ сбора и передачи данных автоматизированного гидрологического поста на удаленных пунктах наблюдений и управления режимами их работы с использованием спутниковой системы «Гонец» и транспортной инфраструктуры ВСС Росгидромета. Результатом выполнения темы 2.2.3 является вторая редакция СТО по проведению научно-методической экспертизы подготовленных к изданию ЕМДМ по АЗРФ. В рамках темы 5.1.4 обеспечивалось научно-методическое сопровождение мониторинга поверхностных водных объектов на территории деятельности НИС «Ледовая база Мыс Баранова» на арх. Северная Земля и РНЦ на арх. Шпицберген, а также разработана первая редакция Стандарта организации (СТО) по организации и проведению мониторинга поверхностных водных объектов суши в условиях Арктики. В рамках этой темы также проводилась методическая работа по применению новых и модернизируемых средств измерения.

Оперативное методическое руководство гидрологическими наблюдениями в АЗРФ выполнялось в рамках Плана ОПП. В рамках темы 4.3 «Обеспечение функционирования Автоматизированной системы учета наблюдательных подразделений (АСУНП) Росгидромета» осуществлялась проверка полноты и качества ввода сведений о состоянии пунктов наблюдений в АСУНП, сверка и уточнение количества пунктов по видам наблюдений. Результаты выполнения темы 9.1 «Методическое руководство наблюдениями за состоянием окружающей среды, получением, сбором и распространением гидрометеорологической информации в Арктике» включают: обзор изданий Водного кадастра по морям и устьевым областям рек АЗРФ в 2021 году, обзор состояния морской наблюдательной сети в АЗРФ за 2021 год, обзор состояния и работы гидрологической сети АЗРФ в 2021 г; 6 экспертных заключений на предложения УГМС о переносе, закрытии гидрометеорологических станций и постов в АЗРФ и изменении программ наблюдений; 5 ответов-консультаций на методические вопросы УГМС по производству гидрометеорологических наблюдений в АЗРФ и обработке их результатов; 14 экспертных заключений на материалы ЕДМ по АЗРФ, поступающих из УГМС; 5 ответов на запросы Росгидромета и сторонних организаций по производству гидрометеорологических наблюдений в АЗРФ; 2413 новых записей в Базе данных о работе гидрологической сети в 2021 г; 762 новых записи в Базе данных о наблюдательных подразделениях гидрометеорологической сети, расположенной на территориях, включенных в состав АЗРФ в 2020 г.; 610 обновленных записей в базе данных по уточнению координат исторической гидрометеорологической сети АЗРФ.

Опыт сверхдолгосрочного прогноза ледовитости и температуры воздуха в Арктике

Тимохов Л.А.

Численные модели изменений климата не достигли уровня реалистического воспроизведения климатических колебаний. Поэтому остается актуальным феноменологическое описание долговременных и климатических колебаний состояния СЛО путем развития физико-статистических моделей. Нами развит мульти-регрессионный метод получения статистических моделей, когда выбор предикторов производится не только с учетом наиболее высокой корреляции, значимости предиктора по критерию Стьюдента, но и наличия физического механизма влияния предиктора. А в качестве предикторов в рабочий электронный архив данных введены не только гидрометеорологические характеристики, но и астрономические и геофизические параметры.

В разделе поиска и объяснения причин и механизмов, формирующие долгопериодные изменения характеристик климата Земли, были:

- установлена связь структуры атмосферных полей с солнечной активностью;
- установлено, что высокоэнергичные солнечные протоны (SPE) оказывают мощное воздействие на фотохимические процессы в полярных областях и, соответственно, на атмосферную циркуляцию и планетарную облачность;
- в разделе гравитационной обусловленности ритмических природных колебаний установлено, что в течение предстоящей стадии 2022–2031 гг. (особенно во второй ее половине) следует ожидать заметное понижение температурного фона (по сравнению с текущим) и соответствующее увеличение площади льда в арктических морях.

Разработаны статистические модели второго уровня долгопериодного изменения состояния атмосферы, океана и ледяного покрова Арктики с учетом влияния астрогеофизических факторов. Использование в качестве предикторов только астрогеофизических характеристик позволяет получить статистические уравнения многолетних изменений площади льдов в августе и описать 70% и 51% общей дисперсии изменчивости ледовитости соответственно западных и восточных морей Арктики. Дополнительное подключение в анализ гидрометеорологических факторов повышает точность воспроизведения долгопериодных изменений ледовитости на 11-25%. Диагностические расчеты долгопериодных изменений приземной температуры воздуха в Арктике и ледовитости арктических морей демонстрируют хорошее совпадение с фактическими изменениями, описывая до 70-80% фактической дисперсии изменчивости моделируемых характеристик.

Опытный сверхдолгосрочный прогноз приземной температуры воздуха в Арктике демонстрирует колебания температуры с минимумом около 2024-2026 г. и максимумом около 2033-2034 гг.; затем ожидается понижение температуры к 2040 г. Результат согласуется с оценками Шерстюкова Б.Г. (Колебательная система климата, резонансы, дальние связи, прогнозы. 2021) и Федорова В.М. (Солнечная радиация и климат Земли. 2018). Но возврата к климату XX века не ожидается.

Изыскательская и научно-исследовательская деятельность лаборатории "Арктик-шельф" в 2022 году

Гудошников Ю.П.

В 2022 году коллектив лаборатории «Арктик-шельф» продолжил работу в рамках обеспечения российских проектов материалами инженерных гидрометеорологических (в том числе ледовых) изысканий. Работы выполнялись как в полевых условиях на различных объектах в АЗРФ, так и в рамках аналитических работ на основе архивных материалов и имитационного и гидрометеорологического моделирования.

Всего по внебюджетной тематике было выполнено 16 проектов по заказам дочерних компаний Газпрома, Роснефти и Новатэка и др., в рамках которых проведено 9 экспедиций. Продолжена работа по бюджетной тематике (темы НИТР 5.1.1 и 5.1.6). Результаты работ доложены на 22 конференциях.

Опубликовано более 20 научных статей, из них 12 статей опубликованы в журналах, зарегистрированных в системе Web of Science. В печать сдано 13 статей.

2 февраля 2023 г.

Основные итоги работы ААНИИ в 2022 г.

Макаров А.С.

В докладе рассмотрены основные итоги деятельности ААНИИ в 2022 году. Представлен анализ научной деятельности ААНИИ за 2020-2022 гг., включая публикации научных результатов в журналах, участие в научных мероприятиях и создание РИД. Рассмотрена оперативная и экспедиционная деятельность, включая деятельность логистических центров РАЭ, ВАЭ, РАЭ-Ш. Дан анализ финансового обеспечения организации и кадрового обеспечения, включая подготовку кадров.

Научные исследования ААНИИ в 2022 г. и их перспективы на ближайший период.

Ашик И.М.

В докладе представлены основные результаты научных исследований, выполнявшихся в 2022 году. Исследования проводились в рамках Плана НИТР Росгидромета, грантов РНФ, РФФИ, а также работ по предпринимательской деятельности. В целом, по всем проектам Плана НИТР в 2022 г. достигнуты запланированные результаты и показатели. Основные задачи на 2023 г.: обеспечение выполнения Плана НИТР Росгидромета на 2023 г. и других проектов; повышение эффективности научных исследований; участие в конкурсах по грантам РНФ и РФФИ, развитие хоздоговорных работ.

О работах по Плану мероприятий реализации Стратегии развития деятельности Российской Федерации в Антарктике до 2030 г.

Клепиков А.В.

Правительство Российской Федерации своим распоряжением от 30.06.2021 №1767-р утвердило План мероприятий по реализации «Стратегии развития деятельности Российской Федерации в Антарктике до 2030 года» (принята распоряжением Правительства РФ от 21.08.2020 № 2143-р). Всего План включает 54 мероприятия по восьми направлениям:

I. Всестороннее содействие сохранению и прогрессивному развитию системы Договора об Антарктике

II Модернизация экспедиционной инфраструктуры и приборной базы Российской Федерации в Антарктике, обеспечение безопасности жизнедеятельности сотрудников Российской антарктической экспедиции

III Проведение комплексных экспедиционных исследований Антарктики в рамках Российской антарктической экспедиции

IV Охрана окружающей среды Антарктики

V. Развитие комплексных фундаментальных и прикладных научных исследований в Антарктике

VI. Разработка рекомендаций и повышение квалификации участников Российской антарктической экспедиции

VII. Содействие развитию образования и организованного туризма в антарктическом регионе

VIII. Сохранение исторического наследия, связанного с ролью России в открытии Антарктиды и освоения Антарктики

Наиболее приоритетными проектами, реализуемыми в рамках Плана, являются:

Создание нового зимовочного комплекса на антарктической станции Восток;

Комплексные исследования подледникового озера Восток и палеоклимата Земли в районе российской антарктической станции Восток (поручение Президента Российской Федерации от 09.04.2020 № Пр-634);

Строительство нового зимовочного комплекса на станции Мирный;

Реконструкция объектов инфраструктуры полевой базы Русская;

Проектирование и строительство нового научно-экспедиционного судна взамен научно-экспедиционного судна «Академик Федоров» для обеспечения деятельности Российской антарктической экспедиции;

Модернизация нефтебазы станции Беллинсгаузен;

Очистка района сезонной базы Молодежная от отходов.

В докладе обобщается деятельность ААНИИ по реализации приоритетных проектов Плана мероприятий по реализации «Стратегии развития деятельности Российской Федерации в Антарктике до 2030 года» за последние полтора года.

Мониторинг климата Арктики в 2022 году (проект 3.2 Плана НИТР Росгидромета)

Алексеев Г.В.

Современное потепление в Арктике развивается параллельно с глобальным и полушарным потеплениями, максимум которых был отмечен в 2020 году. В последующие два года средняя годовая температура остается ниже этой отметки. Изменения приповерхностной температуры воздуха (ПТВ) в Арктике оценены по данным метеорологических станций. Тренды ПТВ за период потепления с 1989 по 2020 годы в морской Арктике и в районе СМП показывают минимум в июле и максимум в ноябре. Увеличение трендов в апреле после спада в январе - марте связано с началом радиационного прогрева при отсутствии таяния снега и льда, а уменьшение в мае – июле с интенсивным таянием снега и льда и прогревом освобождающейся ото льда воды. Последующий рост трендов указывает на растущее влияние поступления тепла из океана, достигающее максимума в октябре – ноябре.

Потепление в Арктике сопровождается сокращением площади морского льда. Тренды ледовитости в Северном Ледовитом океане (СЛО) и в арктических морях СМП за 1989-2020 годы во все месяцы отрицательны, кроме отдельных незначимых близких к нулю трендов в арктических морях с февраля по апрель. Минимальные по абсолютной величине тренды приходятся на апрель, а максимальные – на октябрь. Рост трендов с мая по июль противоположен уменьшению трендов температуры в эти месяцы, что подтверждает охлаждающее влияние растущего таяния снега и льда и прогрева воды в эти месяцы. Летнее сокращение тесно связано с ростом летней температуры воздуха (коэффициент корреляции 0,93). В 2022 летняя температура воздуха в морской Арктике понизилась на 0,7 °С относительно 2020 г., а площадь, занятая льдом в сентябре, выросла на 26 %. К факторам, влияющим на потепление в Арктике, относятся: приток тепла, водяного пара и увеличение нисходящей длинноволновой радиации в морской Арктике, которое замедляет нарастание морского льда зимой. Индикаторами являются общее содержание водяного пара (TCWV) в атмосфере, тепловое излучение на поверхности вниз (STRD) и сумма градусо-дней морозов (SDDF) на поверхности, которые тесно связаны друг с другом и с параметрами ледяного покрова. Более 50 % межгодовой изменчивости максимального объема льда связано с изменениями нисходящей длинноволновой радиации, зависящей от температуры воздуха и содержания водяного пара в атмосфере, подверженных влиянию притоков из низких широт.

Это второй фактор, управляемый атмосферной циркуляцией, которая является основной причиной усиления изменчивости и трендов температуры воздуха в высоких широтах Северного полушария. Получено аналитическое выражение для отношения трендов средней температуры воздуха двух смежных областей и оценена его близость к реальному отношению за 1989-2020 годы. Определен вклад циркуляции в усиление трендов (арктическое усиление) средней температуры северной полярной области в разные месяцы года. Третий фактор – повышение температуры поверхности океана в низких широтах. Показаны примеры связи между изменениями температуры поверхности океана (ТПО) в тропической Северной Атлантике и ледовитостью СЛО и на СМП в сентябре с запаздыванием 4 года, указывающие на прогностический потенциал установленных связей.

Рассчитанные климатические параметры, индикаторы и индексы и заносятся на сайт ААНИИ в раздел Мониторинг климата Арктики.

Результаты НИР ФГБУ «ААНИИ» 2022 года в рамках реализации ВИПГЗ «Единая национальная система мониторинга климатически активных веществ» в части работ по мониторингу потоков энергии и климатически активных газов в акваториях российских Арктических морей в присутствии ледяного покрова

Макитас А.П., Махотин М.С.

Разработана первая версия Концепции и архитектуры наблюдательного модуля для мониторинга потоков энергии и климатически активных газов в акваториях российских арктических морей в присутствии ледяного покрова и выполнены подготовительные работы по его настройке в Гидрометеорологической обсерватории Тикси (ГМО Тикси), на Научно – исследовательском стационаре «Ледовая база «Мыс Баранова»» (НИС Баранова), Российском научном центре на Шпицбергене (РНЦШ) и на организованной в октябре 2022 года дрейфующей станции «Северный Полюс - 41» (СП-41).

Проведена полная замена датчиков, системы передачи данных и программного обеспечения на двух наиболее важных и наиболее пострадавших за период эксплуатации объектах ГМО Тикси: уникальной градиентной мачте высотой 20 м, возведённой летом 2010 г., обеспечивающей регулярные измерения характеристик турбулентности в приземном слое атмосферы и составляющих теплового баланса подстилающей турбулентности, и установке для измерения составляющих радиационного баланса атмосферы по программе ВМО «Базовая система радиационных наблюдений». На НИС Баранова, на основе приборной базы, принадлежащей ААНИИ, возобновлены прерванные в 2021 г. комплексные наблюдения за потоками углекислого газа между атмосферой и различными типами подстилающей поверхности, дополненные измерениями спектрального альбедо и потоков тепла в грунте. На РНЦШ продолжены исследования характеристик процессов энерго – массообмена атмосферы и подстилающей поверхности и теплового режима деятельного слоя грунта.

Для проведения мониторинга потоков энергии и климатически активных газов в Центральной Арктике на дрейфующей станции «Северный Полюс-41» в октябре 2022 года развернуты комплексы аппаратуры для исследований процессов взаимодействия в системе атмосфера – морской лед – приледный слой океана и для измерений концентраций парниковых газов; организованы регулярные аэрологические наблюдения и непрерывные измерения термической структуры нижнего километрового слоя атмосферы. Для оценки мезомасштабной изменчивости термического режима приледных слоев атмосферы, морского ледяного покрова и океана разработана схема и реализована расстановка термопрофилирующих дрейфующих буев на мезомасштабном полигоне в районе дрейфующей станции СП-41.

Получены новые экспериментальные данные о характеристиках замерзания морского льда и протаивания многолетней мерзлоты на архипелагах Шпицберген и Северная Земля, необходимые для разрабатываемых термодинамических моделей морского льда и многолетней мерзлоты.

Результаты НИР ФГБУ «ААНИИ» 2022 года в рамках реализации ВИПГЗ «Единая национальная система мониторинга климатически активных веществ» в части создания государственной системы мониторинга состояния многолетней мерзлоты.

Веркулич С.Р. Угрюмов Ю.В.

В 2022 г. проведены подготовительные мероприятия для создания государственной системы мониторинга состояния многолетней мерзлоты (ГСМ СММ). Разработаны: концепция ГСМ СММ; научно-методическое обоснование критериев выбора пунктов мониторинга; положение о Центре мониторинга многолетней мерзлоты в ААНИИ; руководящие документы по организации и функционированию ГСМ СММ. Определен список первой очереди ГСМ СММ из 22 пунктов мониторинга. Подготовлены проектные решения по серверному комплексу, базе данных ГСМ СММ. Определены оборудование, аппаратура, программное обеспечение, необходимые для создания ГСМ СММ.