

УТВЕРЖДЕНА  
протоколом Наблюдательного  
совета по координации  
деятельности Российского  
научного центра на архипелаге  
Шпицберген  
от «30» марта 2022 г. № 14  
и на основании докладной  
записки №120-03-24д  
от «23» мая 2022 г.

**Межведомственная программа  
научных исследований и наблюдений на архипелаге  
Шпицберген в 2022 году**

Москва 2022

## Содержание

Паспорт Межведомственной программы научных исследований и наблюдений на архипелаге Шпицберген в 2022 году.....	3
I. Характеристика проблемы .....	11
II. Цель и задачи программы, срок реализации, целевые индикаторы и показатели.....	13
III. Мероприятия программы .....	16
IV. Механизм реализации программы, включающий в себя механизм управления программой и механизм взаимодействия государственных заказчиков .....	56
V. Оценка социально-экономической и экологической эффективности программы .....	57
Приложение 1. Целевые индикаторы и показатели Межведомственной программы научных исследований и наблюдений на архипелаге Шпицберген в 2022 году, планируемые при наличии финансирования .....	58
Приложение 2. Безопасность, связь, отчетность .....	59

## ПАСПОРТ

### Межведомственной программы научных исследований и наблюдений на архипелаге Шпицберген в 2022 году

Наименование программы	Межведомственная программа научных исследований и наблюдений на архипелаге Шпицберген в 2022 г.
Основные разработчики программы	Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) Федеральное агентство по недропользованию (Роснедра) Министерство науки и высшего образования (Минобрнауки России) Российская академия наук
Цель и задачи программы	<p>Цель:</p> <p>Проведение на базе инфраструктуры Российского научного центра на архипелаге Шпицберген междисциплинарных научных наблюдений и исследований в целях реализации Стратегии российского присутствия на архипелаге Шпицберген до 2030 года в области фундаментальных и прикладных научных исследований в соответствии с Концепцией создания и развития Российского научного центра на архипелаге Шпицберген, одобренной распоряжением Правительства Российской Федерации от 2 сентября 2014 г. № 1676-р, и распоряжением Правительства Российской Федерации от 4 апреля 2016 г. № 577-р о создании постоянно действующей Российской научной арктической экспедиции на архипелаге Шпицберген.</p> <p>Задачи:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Исследование гидрометеорологического режима, текущих и прошлых климатических изменений на архипелаге Шпицберген, включая изучение криосферы, рельефа, почв и грунтов, вод суши.</li><li>2. Выполнение комплексных наблюдений за гидрометеорологическими параметрами окружающей среды на базе гидрометеорологической обсерватории «Баренцбург».</li><li>3. Мониторинг океанологических и ледовых условий в прибрежных водах архипелага, изучение динамики и структуры водных масс и влияния Западно-Шпицбергенского течения на океанологические условия в регионе.</li><li>4. Комплексные исследования экосистем фьордов и морей, омывающих архипелаг Шпицберген.</li></ol>

5. Комплексный мониторинг гидрологического цикла и состояния водных объектов архипелага, оценка вклада различных элементов водного баланса.
6. Комплексные гляциологические исследования на архипелаге Шпицберген, оценка пространственной и структурной изменчивости характеристик ледников.
7. Исследование теплового баланса снежно-ледниковых покровов, взаимосвязи альбедо с характером и состоянием подстилающей поверхности.
8. Разработка параметризаций для расчета характеристик взаимодействия атмосферы и поверхности над сложным рельефом в полярных районах.
9. Влияние метеорологических условий на теплоперенос в системе атмосфера-поверхностные покровы-грунт.
10. Мониторинг температурного состояния многолетней мерзлоты, глубины распространения сезонно-талого слоя и оценка энерго- и массообмена подстилающей поверхности с атмосферой.
11. Морфолого-генетические, экологические и биогеохимические исследования почвенного покрова.
12. Исследование свойств почв, формирующихся на криоконитовом материале в перигляциальной зоне быстротающих ледников оценка вклада углерода «ледникового» происхождения в почвообразование.
13. Оценка нетто-баланса и основных потоков биогенных парниковых газов и C-баланса на поверхности ледника Альдегонда и в его перигляциальной зоне.
14. Дендрохронологические исследования образцов плавника в юго-западной части архипелага на побережье и в пределах морских террас.
15. Исследование биоразнообразия фототрофной биоты, классификация растительности, мониторинг растительного покрова, оценка продуктивности растений в высокоширотных экосистемах Шпицбергена.
16. Геоэкологический мониторинг различных районов архипелага Шпицберген, в частности законсервированных и действующих поселков.
17. Изучение четвертичных отложений архипелага с целью палеогеографического анализа, реконструкции ландшафтов и прогноза их формирования и развития.
18. Комплексное геолого-геофизическое изучение отдельных районов архипелага Шпицберген для уточнения их геологического строения и минерально-сырьевого потенциала.
19. Изучение геоморфологического строения и основных рельефообразующих процессов на архипелаге Шпицберген.
20. Геолого-геофизическое изучение Шпицбергенского шельфа для реконструкции палеогеографических условий в позднем кайнозое.

21. Изучение и оценка геодинамической опасности на локальном и региональном уровне путем проведения непрерывного мониторинга сейсмического и инфразвукового полей на архипелаге Шпицберген.
22. Развитие методологических основ дистанционного геофизического контроля проявлений деструктивных процессов в арктической криосфере по данным сейсмологического и акустического мониторинга.
23. Проведение стационарных наблюдений за магнитными и оптическими явлениями на архипелаге Шпицберген, исследование геофизических процессов в высокоширотной атмосфере Земли.
24. Исследования развития сложных процессов взаимодействия солнечного ветра с магнитосферой Земли и проявлений факторов космической погоды.
25. Исследование, каталогизация и сохранение памятников российского культурно-исторического наследия на архипелаге Шпицберген.
26. Популяризация российских научных исследований и разработок на архипелаге Шпицберген.

Целевые индикаторы и показатели эффективности реализации программы

Количество публикаций в реферируемых изданиях, содержащих результаты научной деятельности, полученные в рамках выполнения наблюдений и исследований на архипелаге Шпицберген, в год (единиц).

Прирост объема информации о природной среде архипелага Шпицберген в год (в Гб).

Количество молодых ученых (специалистов) ВУЗов, студентов и аспирантов, привлеченных к выполнению исследований в рамках реализации программы.

Количество зарегистрированных результатов интеллектуальной деятельности, в том числе направленных на государственную регистрацию.

Срок реализации программы 2022 год.

Объемы и источники финансирования программы

Общий объем финансирования программы в 2022 году (мероприятия 1–20) составляет 161,3089 млн. рублей.

Распределение финансирования программы по мероприятиям 1–20:

– за счет средств федерального бюджета 161,3089 млн. рублей;

– за счет средств внебюджетных источников 0 млн. рублей.

Средства направляются:

Учреждениями Росгидромета (95,7479 млн. рублей, мероприятия 1-11) на:

- субсидию для ФГБУ «Мурманское УГМС» на проведение постоянных наблюдений на ГМО «Баренцбург» – 12,2559 млн. рублей;
- субсидию для ФГБУ «АНИИ» в рамках государственного задания 83,492 млн. рублей на обеспечение деятельности созданной на базе института постоянно действующей Российской научной арктической экспедиции на архипелаге Шпицберген в соответствии с распоряжением Правительства Российской Федерации от 4 апреля 2016 г. № 577-р.

Учреждениями Роснедр (43,0 млн. рублей) на:

- выполнение геолого-геофизических исследований на архипелаге Шпицберген в рамках государственного задания ФГБУ «ВНИИОкеангеология» по объектам «Региональные геолого-геофизические исследования с целью изучения геологического строения и минерально-сырьевого потенциала территории архипелага Шпицберген» и «Геологическое изучение Шпицбергена и окружающего шельфа».

Учреждениями Минобрнауки России (22,561 млн. рублей) будут выполнены следующие мероприятия:

- исследование изменчивости природных и антропогенных ландшафтов архипелага Шпицберген в условиях современного климата: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки (ФГБУН) Институт географии Российской академии наук (ИГ РАН);
- проведение стационарных наблюдений за магнитными и оптическими явлениями на архипелаге Шпицберген, исследование геофизических процессов в высокоширотной атмосфере Земли: ФГБУН Полярный геофизический институт (ПГИ);
- сейсмо-инфразвуковой мониторинг процессов деструкции арктической криосферы и обеспечение прогнозирования опасных геодинамических явлений на архипелаге Шпицберген: ФГБУН Кольский филиал ФИЦ «ЕГС РАН» (КоФ ФИЦ «ЕГС РАН»);
- комплексные исследования экосистем фьордов и морей, омывающих архипелаг Шпицберген: ФГБУН Мурманский морской биологический институт РАН (ММБИ РАН);
- изучение флоры, растительности, продуктивности и процессов почвообразования в арктических экосистемах архипелага Шпицберген: ФГБУН Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н. А. Аврорина КНЦ РАН (ПАБСИ КНЦ РАН);
- сохранение и исследование памятников российского культурно-исторического наследия на архипелаге Шпицберген: ФГБУН Институт археологии Российской академии наук (ИА РАН);
- исследование энерго- и газообмена, а также структуры атмосферного пограничного слоя в прибрежных районах Шпицбергена: ФГБУН

Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН (ИФА им. А.М. Обухова РАН).

Ожидаемые  
результаты  
реализации  
программы

Реализация проекта позволит:

- определить параметры современного состояния, реконструировать прошлые и дать оценки будущих изменений климата архипелага Шпицберген, дать оценки проявлению климатических изменений в атмосфере, окружающих морских водах, морском льду, гидрологической системе суши архипелага;

- оценить межгодовую изменчивость элементов водного баланса речных водосборов, провести оценки изменчивости элементов водного баланса речных систем под влиянием глобального и регионального изменения климата;

- оценить влияние климатических флуктуаций и антропогенной деятельности на оледенение, снежный покров, многолетнюю мерзлоту архипелага Шпицберген;

- интерпретировать характер взаимодействия волн и льда припая в сравнении с усовершенствованным физическим описанием процессов в прикромочной зоне, выполненным с использованием моделей;

- выработать методики оптимальной установки и эксплуатации автоматизированных уровнемерных комплексов, передачи результатов измерений пользователям, рекомендации по обработке данных;

- оценить испарение с поверхности снега как неучтенной части водного баланса и интенсивность снеготаяния в зависимости от солнечной радиации и температуры воздуха;

- оценить влияние метеорологических условий на теплоперенос в системе атмосфера-поверхностные покровы-грунт на разных высотных уровнях и их влияние на температурный режим приповерхностного слоя многолетней мерзлоты;

- измерить и параметризовать, энерго- и массообмен подстилающей поверхности (ледников, многолетней мерзлоты) с атмосферой для оценки тепловых потоков;

- разработать и верифицировать модели трансформации воздушного потока при переходе с берега сложной структуры на поверхность фьорда;

- исследовать структуру ветра над неоднородным рельефом;

- изучить свойства атмосферного пограничного слоя над ледниками;

- осуществить круглосуточный прием и обработку спутниковой информации по акватории СЛЮ с прилегающими территориями и обеспечить широкому кругу потребителей оперативный доступ к этой информации;

- обеспечить оценку и мониторинг загрязнения основных компонентов природной среды на территориях и в окрестностях поселка Баренцбург;
- уточнить схемы стратиграфического расчленения четвертичных отложений южной части Земли Оскара II, особенности геоморфологического строения территории и его взаимосвязь с основными геологическими структурами, составить геоморфологическую карту и карту четвертичных отложений масштаба 1:100 000;
- собрать коллекцию фактурных образцов каменного материала для эталонной коллекции горных пород разновозрастных структурно-формационных и магматических комплексов Шпицбергена и обновить каталог этой коллекции;
- изучить распределение донных осадков Шпицбергенского шельфа и реконструировать палеогеографию позднего кайнозоя;
- получить оценки баланса С-содержащих парниковых газов и закиси азота, а также их факторов в основных супрагляциальных и перигляциальных экосистемах ледника Альдегонда (в том числе);
- описать основные характеристики почв, формирующихся в перигляциальной зоне ледников на криоконитовом материале, оценить вклад криоконитов в общий баланс парниковых газов;
- составить «плавающие хронологии» и определить их место в длинных арктических хронологиях, установить район происхождения древесины;
- выделить наиболее репрезентативные приледниковые озера для проведения палеолимнологических исследований;
- проанализировать экологические особенности цианопрокариот, произрастающих на архипелаге, отсекав образцы, подготовить для публикации характеристику потенциально новых для науки видов цианопрокариот, произрастающих на архипелаге;
- подготовить аннотированный список печеночников с анализом исследованной локальной флоры по одной из ранее обследованных территорий, разослать первый выпуск эксикат печеночников Шпицбергена и оформленных дублетов в пять организаций;
- классифицировать растительности гольцовых пустынь в европейском секторе Арктики, сравнить на широтном градиенте (Шпицберген, Северная Норвегия и Кольский п-ов), провести анализ структуры флоры сосудистых растений и горной криптогамной биоты, создать фундамент для мониторинга динамики экосистем под воздействием изменения климата и антропогенных факторов;
- выявить анатомо-физиологические параметры для поддержания фотосинтетического аппарата высших сосудистых растений арктических тундр Западного Шпицбергена в состоянии функциональной активности;
- оценить влияние широтного положения, вида растений и ландшафтного положения на изменение элементного состава и скорость



высвобождения элементов в процессе трансформации растительных остатков в почве;

- выявить основные закономерности пространственного распределения фито- и зоопланктона в прибрежных водах Шпицбергена, его видовой состава и характеристики, особенности экологии донных организмов, разнообразие, динамика и функциональные особенности зообентоса на литорали заливов;

- изучить особенности физиологии макрофитов, обитающих в прибрежных водах заливов Западного Шпицбергена и адаптированных к существованию в условиях полярной ночи и замерзания прибрежной полосы;

- определить характеристики основных экологических факторов, влияющих на состав, структуру и динамику разнообразия птиц и морских млекопитающих;

- выявить факторы формирования разнообразия почвенных микроартропод на Шпицбергене;

- оценить уровни химических и радиоактивных загрязняющих веществ в среде и биоте морских и прибрежных экосистем Шпицбергена;

- оценить влияние талых (пресных) ледниковых вод и сезонной седиментации на характеристики донных отложений и в целом экосистемы заливов Западного Шпицбергена, оценить объема выноса в море терригенного материала;

- создать банк данных мониторинга геофизических процессов и архивировать их;

- исследовать особенности естественных резонансных структур в шумовом геомагнитном фоне в диапазоне частот 0,1 Гц – 10 Гц в области каспа и полярной шапки;

- получить характеристики распространения в высоких широтах электромагнитного сигнала СНЧ-КНЧ диапазона как естественного, так и искусственного происхождения;

- исследовать особенности в потоках космических лучей в начале очередного цикла солнечной активности;

- охарактеризовать изменения амплитуды и фазы сигналов спутниковых навигационных систем, регистрируемых на арх. Шпицберген, в зависимости от геофизических процессов и неоднородностей в полярной шапке и авроральном овале;

- статистически обосновать то, что измерения на гидрометеорологической обсерватории «Баренцбург», как самые продолжительные среди всех других метеорологических станций Шпицбергена, должны быть базовыми для оценок долговременных изменений климата на Шпицбергене;

- актуализировать каталоги и карты пространственного распределения землетрясений в районе Шпицбергена;

- получить детальную пространственно-временную характеристику сейсмического процесса района архипелага Шпицберген и западного

сектора Арктической зоны Российской Федерации; оценить сейсмическую опасность региона с учетом современного геодинамического режима тектонических линейментов;

– развить методы автоматического обнаружения процессов деструкции ледников с возможностью оценки айсбергогенного потенциала; разработать и апробировать методику непрерывного контроля импульсных возмущений инфразвукового поля в атмосфере Западной Арктики;

– получить новые археологические и письменные (архивные) данные, подтверждающие приоритет русского промыслового населения (поморов) и степень его активности в процессе освоения архипелага Шпицберген в Новое время;

– развить музейное дело, способствуя популяризации науки и укреплению российского присутствия на архипелаге Шпицберген.

## **I. Характеристика проблемы**

Архипелаг Шпицберген является обширным регионом, расположенным в высоких широтах и охватывающим крупный остров Западный Шпицберген с прилегающими малыми островами, а также омывающие его воды Северного Ледовитого океана, и характеризующимся специфическим комплексом природных условий.

В силу своего географического положения, особенностей формирования наземных и водных экосистем, а также своеобразия биотической компоненты, архипелаг Шпицберген является уникальным районом для изучения ответных реакций природной среды Арктики на воздействия природного и антропогенного происхождения на фоновом уровне. Архипелаг является одним из немногих полярных районов Земли, где компоненты природной среды длительное время вовлечены в хозяйственную деятельность человека.

Уникальность архипелага обусловлена также его местонахождением в области каспа – воронкообразной структуре в геомагнитном поле Земли, в которой вдоль силовых линий возможно непосредственное проникновение плазмы солнечного ветра вплоть до верхней атмосферы Земли. Непрерывные стационарные наблюдения за магнитными и оптическими явлениями, происходящими в области дневного полярного каспа, полярной шапки и высокоширотной атмосферы являются основой для исследования развития сложных процессов взаимодействия солнечного ветра с магнитосферой Земли и проявлений факторов космической погоды.

Международно-правовой статус архипелага Шпицберген определяется Договором о Шпицбергене (далее Договор), подписанным 9 февраля 1920 года в Париже представителями государств, которые согласились признать суверенитет Королевства Норвегия над архипелагом Шпицберген на условиях, предусмотренных Договором. Советский Союз признал суверенитет Норвегии над архипелагом Шпицберген в 1924 году, а в 1935 году официально присоединился к Договору.

Обеспечение российского присутствия на архипелаге Шпицберген является одним из стратегических приоритетов государственной политики Российской Федерации в Арктике. Россия заинтересована в том, чтобы на архипелаге Шпицберген поддерживалась стабильность и сохранялись условия для ведения широкой научной деятельности. Постоянное и активное присутствие России в этом регионе обеспечивает её полноценное участие в решении международных вопросов, связанных со Шпицбергом.

Федеральное агентство по недропользованию до 2016 года проводило региональные геолого-геофизические работы в рамках государственных контрактов между Департаментом по недропользованию на континентальном шельфе и Мировом океане и АО «ПМГРЭ». С 2016 года Роснедра (в рамках государственного задания ФГБУ «ВНИИОкеангеология» силами АО «ПМГРЭ») проводит региональные геолого-геофизические работы с целью создания комплектов разномасштабных карт геологического назначения различных районов архипелага Шпицберген и оценки их минерально-сырьевого потенциала. Это позволяет получить данные о геологическом строении различных районов архипелага Шпицберген, оценить перспективность выявленных месторождений полезных ископаемых и геоэкологическую обстановку в различных частях региона (в том числе в районах российских поселков).

В настоящее время организациями Росгидромета проводится регулярный гидрометеорологический мониторинг в районе поселков Баренцбург и Пирамида и прилегающих акваторий фьордов и локальный и фоновый мониторинг загрязнения среды в

районе поселка Баренцбург, на акватории и побережье Грэнфьорда. Получены научные знания и новые данные: о климатических характеристиках района; температурном режиме и циркуляции прибрежных вод; пресноводном стоке и режиме рек, накоплении снега, подледном рельефе, внутреннем строении ледников и запасах льда на архипелаге Шпицберген; об эволюции и устойчивости местных экосистем и уровне загрязнения окружающей среды в местах активной хозяйственной деятельности российских предприятий на архипелаге Шпицберген.

В период с 2009 по 2013 гг. в рамках III этапа реализации программы «Освоение и использование Арктики» ФЦП «Мировой океан» Росгидромет также успешно реализовывал проект «Укрепление российского присутствия на архипелаге Шпицберген», который предусматривал создание ряда объектов инфраструктуры Российского научного центра на архипелаге Шпицберген (РНЦШ) (постановление Правительства Российской Федерации от 30 сентября 2008 года № 731).

Организованный в рамках этого проекта Выносной пункт приема и передачи спутниковой информации (ВППИ) в Баренцбурге, благодаря своему выгодному географическому положению, занимает ведущее положение в системе спутникового мониторинга Северного Ледовитого океана. Зона обзора ВППИ почти полностью охватывает акваторию Северного Ледовитого океана. Орбиты полярно-орбитальных спутников дистанционного зондирования Земли проходят непосредственно над ВППИ, обеспечивая прием максимально возможного количества информации, что особенно важно в случае использования данных оптического диапазона, когда высокая частота съемок позволяет уловить просветы в сплошной облачности. Через Web-сервисы ЕСИМО подсистема спутниковых наблюдений РНЦШ предоставляет доступ к данным дистанционного зондирования и информационным ресурсам, создаваемым на их основе, широкому кругу пользователей, позволяя заинтересованным организациям иметь оперативную информацию по морям Северного Ледовитого океана.

Полученные в предшествующие годы научные знания и данные наблюдений, заложенные в параметры РНЦШ, необходимость реализации правительственных программ (Стратегия российского присутствия на архипелаге Шпицберген до 2030 года в области фундаментальных и прикладных научных исследований в соответствии с «Концепцией создания и развития Российского научного центра на архипелаге Шпицберген», одобренной распоряжением Правительства Российской Федерации от 2 сентября 2014 г. № 1676-р) требуют и дают возможность организации и развития дальнейших согласованных междисциплинарных научных исследований на архипелаге Шпицберген с повышением их эффективности и международной значимости.

## II. Цель и задачи программы, срок реализации, целевые индикаторы и показатели

Цель программы: проведение на базе сформировавшейся инфраструктуры Российского научного центра на архипелаге Шпицберген междисциплинарных научных наблюдений и исследований в рамках реализации «Стратегии российского присутствия на архипелаге Шпицберген до 2030 года в области фундаментальных и прикладных научных исследований» в соответствии с «Концепцией создания и развития Российского научного центра на архипелаге Шпицберген», одобренной распоряжением Правительства Российской Федерации от 2 сентября 2014 г. № 1676-р.

Одним из основных направлений реализации Стратегии является развитие фундаментальных и прикладных научных исследований в качестве эффективного и соответствующего национальным интересам Российской Федерации в Арктике вида деятельности на архипелаге Шпицберген.

Научные и научно-прикладные исследования на архипелаге Шпицберген естественным образом разбиваются на блоки: изучение климатической системы района (прошлые изменения, современное состояние, прогноз); изучение состояния компонентов природной среды (криосфера, морские воды и воды суши, почвы, флора и фауна); изучение и прогноз влияния на компоненты природной среды архипелага изменений климата, космо- и гелиогеофизических факторов, антропогенной нагрузки; изучение местных геодинамических характеристик для сопровождения и обеспечения безопасности хозяйственной деятельности на архипелаге; изучение геологического строения и минерально-сырьевых ресурсов архипелага. В соответствии с этим, формируются основные научные и научно-прикладные задачи программы:

- наблюдения и оценка диапазона естественных современных изменений гидрометеорологических параметров на архипелаге Шпицберген;
- изучение и оценка состояния, изменчивости и устойчивости компонентов природной среды архипелага (криосфера, морские воды и воды суши, почва, флора и фауна) в условиях меняющегося климата и антропогенного воздействия;
- изучение механизмов формирования структуры водных масс в различных прибрежных районах архипелага Шпицберген под влиянием особенностей циркуляции вод Баренцева, Норвежского и Гренландского морей и местных факторов;
- оценка изменения баланса массы и термической структуры ледников за последние десятилетия;
- оценка состояния и динамики многолетней мерзлоты, влияние снежного и мохового покрова на толщину сезонно-талого слоя, энерго- и массообмен атмосферы и мерзлых грунтов; термический мониторинг мерзлоты;
- оценка потенциально опасных региональных изменений гидрометеорологического режима (таяние ледников и повышение уровня океана, образование айсбергов, ледовые условия в прилегающих водах архипелага Шпицберген);
- изучение процессов энерго- и газообмена над различными поверхностями. Разработка параметризаций расчетов потоков для климатических и региональных моделей;
- разработка и верификация модели трансформации воздушного потока при переходе с берега сложной структуры на поверхность фьорда;
- изучение прошлых изменений климатической системы архипелага для оценки возможных изменений компонентов его природной среды в будущем;

- оценка состояния и мониторинг загрязнения компонентов природной среды архипелага Шпицберген: изучение загрязненности приземного воздуха и объектов экосистем тяжелыми металлами, полициклическими ароматическими углеводородами и стойкими загрязняющими веществами для оценки вклада локальных факторов воздействия и трансграничного переноса;
- исследование биоразнообразия фототрофной биоты, классификация растительности, мониторинг растительного покрова, оценка продуктивности растений в высокоширотных экосистемах Шпицбергена;
- исследование естественных и антропогенно-нарушенных почв и криоконитов, особенностей их газового обмена и разложения органического вещества;
- оценка состояния арктических морских экосистем как основы оптимального планирования мероприятий по охране окружающей среды на архипелаге Шпицберген и в акватории Северного Ледовитого океана, изучение механизмов адаптации морских организмов к условиям полярной ночи, обитанию на литорали и в условиях изменения климата;
- исследования развития сложных процессов взаимодействия солнечного ветра с магнитосферой Земли и проявлений факторов космической погоды;
- оценка уровня геодинамического риска в природно-технических системах районов угледобычи на архипелаге Шпицберген;
- оценка текущей геодинамической опасности на локальном и региональном уровне путем проведения непрерывного мониторинга сейсмического и инфразвукового полей на архипелаге Шпицберген;
- развитие методологических основ дистанционного геофизического контроля проявлений деструктивных процессов в арктической криосфере, разработка способов распознавания наиболее опасных типов процессов по данным сейсмологического и акустического мониторинга;
- геологическое картирование Шпицбергена как эталонного района, необходимое для интерпретации данных геологоразведочных работ на шельфе Баренцева моря, а также для выявления минерально-сырьевого потенциала архипелага и новых видов перспективных полезных ископаемых;
- изучение геологического строения кайнозойского чехла Шпицбергенского шельфа и оценка его минерально-сырьевых ресурсов;
- спутниковый мониторинг гидрометеорологических процессов акватории и побережья Северного Ледовитого океана и арктических морей;
- поддержание и развитие инфраструктуры Российского научного центра на архипелаге Шпицберген.

К основным социально-экономическим и международным задачам программы относятся:

- повышение эффективности научных исследований на основе расширения, модернизации и переоснащения экспедиционной лабораторной базы, внедрения новых технологий наблюдений (современные автоматические и дистанционные системы наблюдений) и оперативной обработки данных и развития математических моделей;
- расширение доступа к данным российских наблюдений на архипелаге Шпицберген для широкого круга ученых и студентов, в том числе международных;

– развитие международного сотрудничества, участие в ключевых проектах, связанных со изучением архипелага Шпицберген (таких, как SSF, SPEAR, SvalSat, SvalCoast, IMOS, Marine Infrastructure и др.).

Программа реализуется в 2022 году.

Уровень достижения цели программы характеризуется следующими показателями (индикаторами):

– Количество публикаций в реферируемых изданиях, содержащих результаты научной деятельности, полученные в рамках выполнения наблюдений и исследований на архипелаге Шпицберген, в год (единиц);

– Прирост объема информации о природной среде архипелага Шпицберген в год (в Гб);

– Количество молодых ученых (специалистов) ВУЗов, студентов и аспирантов, привлеченных к выполнению исследований в рамках реализации программы;

– Количество зарегистрированных результатов интеллектуальной деятельности, в том числе направленных на государственную регистрацию.

Целевые индикаторы и показатели программы (Мероприятия 1–20) приведены в Приложении 1.

### **III. Мероприятия программы**

Мероприятия программы формировались на основе положений:

Концепция политики Российской Федерации на норвежском архипелаге Шпицберген, одобренная Указом Президента Российской Федерации от 31 декабря 1997 года;

Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года, утвержденные указом №164 Президентом Российской Федерации от 5 марта 2020 г.;

Стратегия российского присутствия на архипелаге Шпицберген до 2030 года и План по реализации Стратегии российского присутствия на архипелаге Шпицберген до 2030 года, I этап реализации Стратегии (2021-2025 гг.), утвержденный 29 сентября 2020 г. №9112п-П2;

Концепция создания и развития Российского научного центра на архипелаге Шпицберген, одобренная распоряжением Правительства Российской Федерации от 2 сентября 2014 г. № 1676-р;

Распоряжение Правительства Российской Федерации от 4 апреля 2016 г. № 577-р о создании постоянно действующей Российской научной арктической экспедиции на архипелаге Шпицберген.

При отборе проектов и мероприятий были учтены:

- необходимость обеспечения комплексного подхода к исследованиям, проводимым на архипелаге Шпицберген;
- необходимость концентрации финансовых ресурсов для выполнения важнейших задач программы.

Выполнение международных обязательств Российской Федерации в рамках Договора о Шпицбергене 1920 года потребует расширения биологических и экологических исследований, а также разработки новых экологически чистых технологий.

Программой предусмотрена реализация следующих мероприятий:



### **Мероприятия Росгидромета**

#### **ФГБУ «АНИИ»:**

- Мероприятие 1. Метеорологические исследования параметров приземной атмосферы.
- Мероприятие 2. Комплексный мониторинг гидрологического цикла и состояния водных объектов архипелага Шпицберген.
- Мероприятие 3. Мониторинг океанологических условий на внутренних акваториях архипелага Шпицберген
- Мероприятие 4. Наблюдения за динамикой и балансом массы ледников Западного Шпицбергена.
- Мероприятие 5. Палеогеографические исследования.
- Мероприятие 6. Современное состояние и динамика многолетней мерзлоты.
- Мероприятие 7. Спутниковый мониторинг акватории и побережья Северного ледовитого океана и арктических морей.
- Мероприятие 8. Экологические исследования.
- Мероприятие 9. Работы по линии международного сотрудничества на Шпицбергене.

#### **ФГБУ «Мурманское УГМС»:**

- Мероприятие 10. Проведение регулярных наблюдений на базе гидрометеорологической обсерватории «Баренцбург».

#### **ФГБУ «НПО «Тайфун»:**

- Мероприятие 11. Фоновый и локальный мониторинг загрязнения окружающей среды в районах хозяйственной деятельности российских предприятий на архипелаге Шпицберген.

### **Мероприятия Роснедр**

#### **ФГБУ «ВНИИОкеангеология»:**

- Мероприятие 12. Региональные геолого-геофизические исследования с целью изучения геологического строения и минерально-сырьевого потенциала территории архипелага Шпицберген.
- Мероприятие 13. Региональные геолого-геофизические исследования Шпицбергенского шельфа для изучения строения осадочного чехла.

### **Мероприятия Минобрнауки России**

#### **Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт географии Российской академии наук (ИГ РАН):**

- Мероприятие 14. Исследование изменчивости природных и антропогенных ландшафтов архипелага Шпицберген в условиях современного климата.

#### **Федеральное государственное бюджетное учреждения науки Мурманский морской биологический институт РАН (ММБИ РАН):**

- Мероприятие 15. Комплексные исследования экосистем фьордов и морей, омывающих архипелаг Шпицберген.

#### **Федеральное государственное бюджетное учреждения науки «Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина Кольского научного центра РАН» (ПАБСИ КНЦ РАН):**

Мероприятие 16. Изучение флоры, растительности, продуктивности и процессов почвообразования в арктических экосистемах архипелага Шпицберген.

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Кольский филиал  
Федерального исследовательского центра «Единая геофизическая служба РАН»  
(КоФ ФИЦ ЕГС РАН):**

Мероприятие 17. Сейсмо-инфразвуковой мониторинг процессов деструкции арктической криосферы и обеспечение прогнозирования опасных геодинамических явлений на архипелаге Шпицберген.

**Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Полярный  
геофизический институт» (ПИ):**

Мероприятие 18. Проведение стационарных наблюдений за магнитными и оптическими явлениями на архипелаге Шпицберген, исследование геофизических процессов в высокоширотной атмосфере Земли.

**Федеральное государственное бюджетное учреждения науки Институт археологии  
Российской академии наук (ИА РАН):**

Мероприятие 19. Сохранение и исследование памятников российского культурно-исторического наследия на архипелаге Шпицберген.

**Федеральное государственное бюджетное учреждения науки Институт физики  
атмосферы им. А.М. Обухова Российской академии наук (ИФА РАН):**

Мероприятие 20. Исследование энерго- и газообмена, а также структуры атмосферного пограничного слоя в прибрежных районах Шпицбергена.

## Мероприятия Росгидромета: ФГБУ «АНИИ»:

### Мероприятие 1. Метеорологические исследования параметров приземной атмосферы

Наименование научно-технической программы, проекта (темы):

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» НИТР учреждений Росгидромета на 2020-2024 гг.

Цели:

– Оценка влияния аэрозоля на формирование радиационного режима системы подстилающая поверхность-атмосфера и определения соотношения вкладов региональных источников аэрозоля и его переносов в западную Арктику.

– Исследование теплового баланса снежно-ледниковых покровов архипелага Шпицберген, включая микроклиматические особенности (высотные и морфометрические) ледниковых покровов.

– Совершенствование описания процессов взаимодействия пограничного слоя атмосферы с подстилающей поверхностью для решения фундаментальной задачи эволюции криосферы Арктики в условиях глобального изменения климата.

Задачи:

– Изучение изменчивости в различных временных масштабах (от межсуточного до внутригодового) спектральной аэрозольной оптической толщины атмосферы, микрофизических характеристик, массовой концентрации аэрозоля и сажи в приземном слое и химического состава аэрозольных частиц в районе п. Баренцбург, Западный Шпицберген (наблюдения осуществляются совместно с ФГБУН «Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева» Сибирского отделения Российской академии наук (ИОА СО РАН).

– Изучение особенностей энергообмена в приземном слое атмосферы над различными типами подстилающей поверхности в условиях наблюдаемого потепления климата архипелага;

– Изучение особенностей микроклимата и отражательных характеристик ледниковых покровов различные сезоны года с помощью теплбалансовых наблюдений на леднике Альдегонда и Западный Гренфьорд, при наличии логистической возможности на леднике Эсмарка.

– Регулярный контроль измерений, работы приборов и оборудования, временно и постоянно установленного на леднике Альдегонда (рис. 1).

– Маршрутные измерения альbedo поверхности на ледниках с целью верификации спутниковых данных и более корректной экстраполяции точечных данных на всю площадь ледника при модельных расчетах.

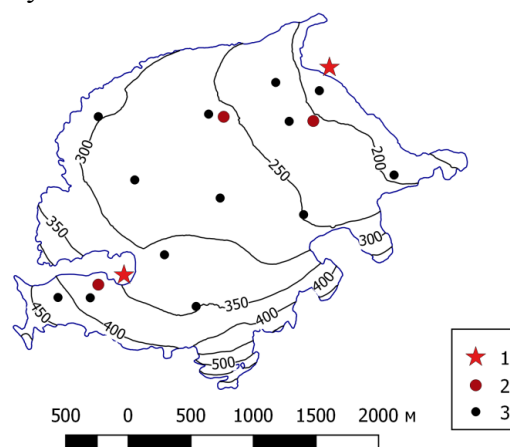


Рисунок 1 – Схема расположения стационарных АМС (1), ТБМ (2) и примерная схема расположения гляциологических рек (3) на леднике Альдегонда

– Непрерывное измерение характеристик процессов энерго-, массо- и газообмена атмосферы с подстилающей поверхностью, определяющих особенности промерзания/протаивания природных сред посредством градиентного метеорологического комплекса Campbell Scientific.

Ожидаемые результаты:

1. Наблюдения за аэрозолем позволят выяснить траектории его переноса в Арктику, механизм трансформации компонентов, адсорбированных на его поверхности и составляющих скелет аэрозоля, а также масштаб переноса загрязняющих веществ.

2. Получение натуральных данных на ледниках (начальные и граничные условия) для проведения расчетов по теплобалансовой модели, которая позволяет количественно оценить слой льда, стаявшего с поверхности ледника, в водном эквиваленте. Так как ледник Альдегонда является репрезентативным для района залива Грэнфьорд, то результаты, полученные при моделировании его особенностей, можно экстраполировать на большую часть ледников в данном районе.

3. Наблюдения с помощью термокосы с апреля 2021 г. (ледник Альдегонда), позволят дать объективную оценку структуры вертикальных потоков тепла в деятельном слое ледника и значительно улучшить качество модельных расчетов (вертикальные потоки тепла).

4. Теплобалансовые модели позволят количественно охарактеризовать вклад того или иного метеорологического параметра в таяние на поверхности ледника и выявить механизмы взаимодействия между элементами климатической системы (криосфера–атмосфера).

5. Новые количественные оценки процессов энерго- массо- обмена атмосферы с подстилающей поверхностью с учётом свойств контактирующих природных сред с целью построения и валидации математических моделей эволюции криолитозоны.

Район работ: п. Баренцбург и его окрестности, ледники Альдегонда, Западный Грэнфьорд;  
Период работ: круглогодичные наблюдения, полевые исследования – март, июль-сентябрь;  
Количество участников: 4.

## **Мероприятие 2. Комплексный мониторинг гидрологического цикла и состояния водных объектов архипелага Шпицберген**

Наименование научно-технической программы, проекта (темы):

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» плана НИТР Росгидромета на 2020–2024 гг.

Целью исследований в части гидрологии суши является комплексный мониторинг гидрологического цикла и состояния водных объектов архипелага Шпицберген в районе п. Баренцбург (рис. 2). Климатические изменения последних десятилетий влияют на соотношении составляющих водного баланса. На Шпицбергене реки являются транзитной зоной между ледниками и заливами. Изучение их режима позволяет оценить и расходную (стоковую) составляющую баланса ледников, и величину пресноводного стока (жидкого

стока и взвешенных наносов) в море. Определение составляющих водного баланса речных бассейнов основано на детальных регулярных автоматизированных и ручных измерений.

Изменение распределения снежного покрова на архипелаге значительно влияет на арктическую флору и фауну, а также на деятельность человека. Исследование влияния климатических изменений на распределение снежного покрова, изучение мощности, водозапаса и длительности залегания снежного покрова на ледниках и на окружающих их склонах имеют важное значение для понимания климатических условий оледенения Шпицбергена.

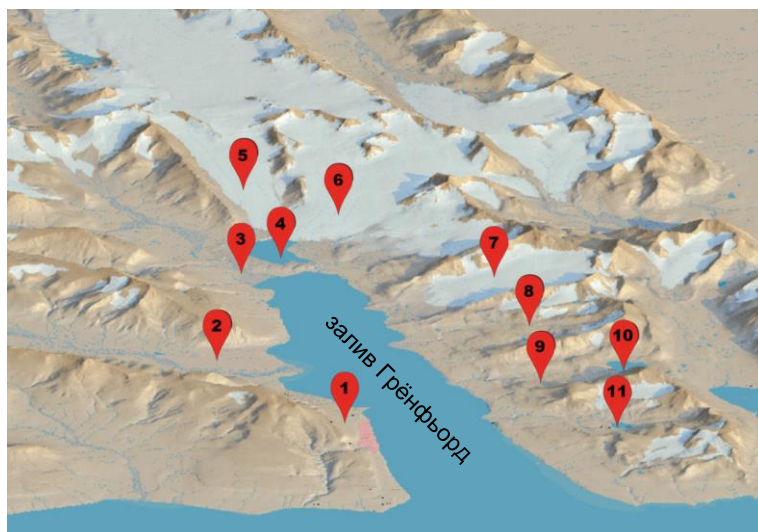


Рисунок 2 – Районы проведения гидрологических исследований: 1 – метеостанция п. Баренцбург; 2 – р. Грен; 3 – р. Грөнфьорд; 4 – оз. Бретьёрна, р. Бретьёрна; 5 – ледник Восточный Грөнфьорд; 6 – ледник Западный Грөнфьорд; 7 – ледник Альдегонда, р. Альдегонда; 8 – р. Брюде; 9 – р. Конгресс; 10 – оз. Конгресс; 11 – оз. Стемме, р. Васстак

Задачи:

– Определение максимальных снегозапасов и пространственных закономерностей распределения снегозапасов и основных физических и гидрохимических характеристик источников питания рек (снежного покрова, вод озёр) в зимний период на водосборах рек Грен, Грөнфьорд, Бретьёрна, Альдегонда, Брюде, Конгресс, Васстак;

– Комплексные наблюдения за испарением с поверхности снега и интенсивностью снеготаяния в зависимости от солнечной радиации и температуры воздуха;

– Специализированные лимнологические наблюдения: наблюдение за уровнем воды, изучение термической структуры вод озёр, исследование химического состава озерной воды.

– Регулярные наблюдения за характеристиками гидролого-гидрохимического режима рек района Баренцбурга. Мониторинг водосборов включает: (1) проведение стандартных и специализированных наблюдений за физическими и гидрохимическими показателями на водосборах рек; (2) изучение пространственно-временной изменчивости гидролого-гидрохимических характеристик водотоков в районе залива Грөнфьорд, как части природной системы «атмосфера–криосфера–гидросфера–биосфера»; (3) сравнительную оценку микроклимата отдельных водосборов.

– Изучение водного баланса реки Альдегонда и дренажной системы ледника Альдегонда.

Ожидаемые результаты:

1. Оценка пространственно-временной изменчивости гидролого-гидрохимических характеристик водотоков Западного Шпицбергена;
2. Оценка приходной составляющей (таяние снега) водного баланса рек, оценка вклада солнечной радиации и температуры воздуха в метаморфические процессы, происходящие в снеге в период таяния;
3. Уточнение оценок масс-балансовых характеристик ледников архипелага по результатам изучения распределения снежного покрова;
4. Расчет расхода воды рек, суммарного жидкого, твердого и ионного стока рек в залив Грэнфьорд;
5. Оценка межгодовой изменчивости элементов водного баланса речных водосборов под влиянием глобального и регионального изменения климата;
6. Повышение эффективности наблюдений за гидрологическими характеристиками малых водотоков. Отработка методик измерений и наблюдений.

Район работ: ледники Восточный и Западный Грэнфьорд, Альдегонда, водосборы рек Грен, Гренфьорд, Бретьерна, Брюде, Альдегонда, Конгресс, Васстак;

Период работ: апрель – сентябрь;

Количество участников: 5.

### **Мероприятие 3. Мониторинг океанологических условий на внутренних акваториях архипелага Шпицберген**

Наименование научно-технической программы, проекта (темы):

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» плана НИТР Росгидромета на 2020–2024 гг.

Главная цель океанологических исследований выявить закономерности распространения Атлантических вод во фьордах, причины их проникновения на шельф архипелага Шпицберген и во внутренние акватории его островов. За последние пятнадцать лет океанографических наблюдений в заливах Западного Шпицбергена было зарегистрировано несколько аномальных ситуаций полного заполнения фьордов Атлантическими водами (АВ) со значениями температуры выше 2°C и соленостью выше 34,9 ‰, однако в 2020-2021 гг. в Исфьорде заток АВ был незначителен, а в Гренфьорде ее присутствие не было зарегистрировано. Для более точного описания условий возникновения, развития и затухания процесса заполнения фьордов АВ, оказывающего глубокое влияние на структуру и функционирование экосистемы фьордов, необходимо проводить как долговременные непрерывные наблюдения, так и сезонные измерения высокого пространственного разрешения. Для понимания влияния климатических изменений в Арктике на сезонный гидрохимический режим необходимы морские химические исследования, в частности цикла углерода морских вод, азотного цикла и первичной продукции, трансформации терригенного органического вещества.

На базе РНЦШ также исследуются прикладные аспекты океанологии, включая изучение процессов на границе дно-вода, лед-вода и ведутся методические разработки. На базе морского поста Гидрометеорологической обсерватории «Баренцбург» ФГБУ

«Мурманское УГМС» проводится методическая работа по выбору, установке и эксплуатации автоматизированных средств измерений, и проведение сравнительных наблюдений. Работы выполняются ФГБУ «ААНИИ» совместно с ФГБУ «Мурманское УГМС» и ФГБУ «Государственный океанографический институт (ГОИН)».

Экспедиционные наблюдения планируется выполнить на океанографическом полигоне, развёрнутом с целью обеспечения мониторинга океанологических и ледовых условий в прибрежных водах архипелага и функционирующем в рамках единой системы наблюдений РНЦШ (рис. 3).



Рисунок 3 – Районы проведения океанологических исследований: 1 – Исфьорд; 2 – Грэнфьорд; 3 – бухты Мимер, Петунья, Адольфа; 4 – Диксонфьорд; 5 – Темпелфьорд; 6 – бухта Агард

Для решения оперативных и фундаментальных проблем в области океанологии исследования 2022 года будут направлены на:

- получение новых данных о гидрофизических, гидрохимических и ледовых условиях в прибрежных водах архипелага Шпицберген;
- мониторинг динамики и структуры водных масс;
- изучение влияния Западно-Шпицбергенской ветви Норвежского течения на океанологические условия в регионе;
- совершенствование существующих представлений о механизмах формирования и развития мезомасштабных океанологических процессов в прибрежных водах архипелага Шпицберген;
- исследование сезонной динамики компонентов цикла углерода в водах фьордов архипелага и оценку компонентов карбонатной системы морских вод архипелага;
- исследование сезонной динамики цикла азота и основных биогенных элементов;
- оценку поступления и трансформации терригенного стока органических веществ в водные массы архипелага и оценку происхождения органического вещества в водных массах;
- исследование пространственной и сезонной изменчивости содержания биогенных элементов как минеральной базы первичной продуктивности на акваториях фьордов, оценки потенциальной продуктивности;
- изучение первичной продуктивности на основании прямых измерений содержания хлорофилла «а» на акваториях фьордов.

Планируется выполнить следующие полевые исследования:

- Термохалинное профилирование в заливах Грэнфьорд, Исфьорд и Диксонфьорд в весенний период, Грэнфьорд, Исфьорд и Биллефьорд в летний период;
- Обеспечение непрерывной регистрации гидрофизических параметров измерительными комплексами притопленных буйковых станций в заливе Исфьорд, подъём станций в летне-осенний период;
- Отбор проб морской воды в поверхностном и придонном слое в заливах Грэнфьорд, Исфьорд, Темпелфьорд, бухты Мимер, Петунья, Адольфа, Биллефьорд, измерение содержания растворенного кислорода;
- Лабораторный анализ образцов воды на следующие параметры: общая щелочность, рН, растворенный органический углерод (РОУ), окрашенное органическое вещество (ОРОВ); измерение содержания общего растворенного азота, неорганических форм азота (нитратов, нитритов, аммония), фосфатов и силикатов, концентраций хлорофилла «а».

Кроме этого будет выполняться методическая работа по сравнению результатов измерений автоматическими уровнемерами Solinst 3001 LT Levelogger Edge M10/F30 и НОВО U20-001-02-Ti и поплавковым мареографом СУМ. Полученные с трех уровнемерных комплексов данные будут совместно анализироваться ФГБУ «АНИИ», ФГБУ «Мурманское УГМС» и ФГБУ «ГОИН»).

Ожидаемые результаты:

В результате исследований будут получены новые данные о гидрофизических, гидрохимических и ледовых условиях в прибрежных водах архипелага Шпицберген. Будут выявляться закономерности распространения АВ во фьордах и причины их проникновения на шельф архипелага Шпицберген и во внутренние акватории его островов.

Анализ синхронных рядов наблюдений с ПАБС АНИИ совместно с материалами двух ПАБС NPI/UNIS, также установленных в акватории Исфьорда в октябре 2021 г., позволит уточнить схему циркуляции водных масс в Исфьорде.

Исследование цикла углерода в морской воде, процессов минерализации органического вещества и потребления минеральных форм биогенных элементов представляют большой интерес для изучения влияния климатических изменений в Арктике на гидрохимический режим и первичную продуктивность фьордов в различные сезоны. Результаты планируемых исследований позволят дать оценку сезонной динамики пространственного распределения исследуемых параметров, оценить влияние стока органического вещества с водами рек на водные массы, оценить влияние ледникового и речного стока на опреснение морских вод архипелага, получить оценки потенциальной продуктивности акваторий фьордов и данные о фактической продукции.

Созданный испытательный полигон позволит определить инерционные характеристики датчика давления автономного комплекса Solinst и мареографа, провести сравнительные измерения с использованием регистрирующего устройства НОВО с целью выявления причин невязки и определения оптимальной конфигурации автономного уровнемерного комплекса. Совместно с ФГБУ «Мурманское УГМС» и ФГБУ «ГОИН» будут вырабатываться методики оптимальной установки и эксплуатации автоматизированных уровнемерных комплексов, передачи результатов измерений пользователям, рекомендации по обработке данных.



Район работ: акватория заливов Грэнфьорд, Исфьорд и Биллефьорд, бухта Агард;  
Период работ: март, август-сентябрь;  
Количество участников: 4.

#### **Мероприятие 4. Наблюдения за динамикой и балансом массы ледников Западного Шпицбергена**

Наименование научно-технической программы, проекта (темы):

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» плана НИТР Росгидромета на 2020–2024 гг.

Масс-балансовые наблюдения в районе п. Баренцбург ААНИИ проводит более 15 лет, они важны для выяснения динамики одного из основных, определяющих компонентов природной среды района – ледников, во взаимосвязи с инструментально регистрируемыми климатическими изменениями. С 2018 г. эти исследования были дополнены геодезическими измерениями, которые позволили построить точную карту поверхности ледников Альдегонда, Западный Грэнфьорд, Вёринг, а также впервые определить скорости движения поверхности ледников Альдегонда и Западный Грэнфьорд.

Цель работ в 2022 г. состоит в продолжении комплексного мониторинга и изучения состояния и динамики оледенения в районе пос. Баренцбург (Земля Норденшельда): масс-балансовых показателей, морфометрических и физических характеристик ледников.

Задачи:

- Измерения параметров бюджета массы ледников Альдегонда и Западный Грэнфьорд в 2021-2022 балансовом году, наблюдения за ходом абляции и изменениями высоты снеговой линии на ледниках;
- Измерения скоростей движения льда на поверхности ледников Альдегонда и Западный Грэнфьорд;
- Изучение структуры (мощности, термического состояния, характеристика подледного ложа) ледников в районе п. Пирамида (Бертиль, Мунибрин, Хорббрин, Йотунфона) и снежного покрова методами георадиолокации.
- Определение скоростей распространения электромагнитной волны в ледниковых толщах с различными гидротермическими характеристиками на ледниках Альдегонда, Западный Грэнфьорд, Эрдмана, Фритьоф, Тавле, Пасфель.

Ожидаемые результаты:

Результаты гляциологических исследований пополнят многолетний ряд данных о декадной, межгодовой и внутрисезонной динамике масс-балансовых показателей ледников, особенностях процессов абляции во взаимосвязи с климатическими флуктуациями различных временных масштабов. Точные данные о структуре ледников важны для уточнения масс-балансовых расчетов бюджета и моделирования эволюции ледников.

Данные, полученные в ходе гляцио-геофизических исследований будут использоваться для оценки зимнего баланса массы ледников, как элемент формирования системы долгосрочных наблюдений за изменениями внутреннего гидротермического состояния ледников и подстилающих их пород, для формирования массива наземных

измерений толщины снежного покрова на разных поверхностях, а также калибровки и верификации различных алгоритмов оценки толщины снежного покрова по дистанционным космическим данным, для получения сведений о генезисе и внутреннем строении мерзлотных структур, находящихся в различных частях архипелага, для оценки гидротермического состояния ледников в условиях климатических изменений, послужат для верификация дистанционных методов зондирования ледников.

Выполняемые исследования создают основу для длительного геофизического мониторинга состояний и изменений ледников, а также позволят пополнить банк данных и сделать уточняющие выводы о процессах эволюции мерзлотных структур архипелага.

Район работ: ледники Альдегонда, Западный Грэнфьорд, Эрдмана, Фритьоф, Тавле, Пасфель, Бертиль (Мунибрин, Хорбибрин, Йотунфона в зависимости от логистического обеспечения);

Период работ: март – апрель, июль – сентябрь;

Количество участников: 4.

### Мероприятие 5. Палеогеографические исследования

Исследования выполняются в рамках проекта 3.2 «Мониторинг глобального климата и климата Российской Федерации и ее регионов, включая Арктику. Развитие и модернизация технологий мониторинга» Плана НИТР Росгидромета на 2020–2024 гг. Полевые исследования выполняются совместно с ФГБУ «ВНИИОкеангеология».

В 2015–2020 году в ходе палеогеографических исследований на Земле Норденшельда и Земле Веделя Ярлсберга (о. Западный Шпицберген) проводилось изучение рельефа и четвертичных отложений, отбирались образцы в разрезах и колонках донных осадков озер. Предварительные результаты аналитических исследований показали высокую палеогеографическую информативность отобранного материала. На основе результатов были выявлены этапы развития природной среды в районах исследования за последние тысячелетия.

Основной целью полевых работ 2022 года является получение новых палеогеографических материалов для юго-западной части Земли Оскара II (рис. 4) для выполнения реконструкции хронологии, параметров и механизмов изменений климата и природной среды архипелага Шпицберген за последние столетия и тысячелетия.

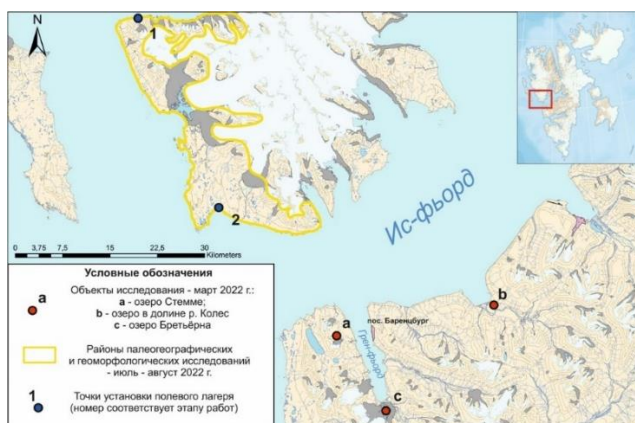


Рисунок 4 – Район проведения палеогеографических исследований весной (озера на южном берегу Исфьорда) и летом (юго-западная часть земли Оскара II)

В ходе работ будут решаться следующие задачи:

- изучение и детальное описание геоморфологии районов, и составление крупномасштабных картосхем рельефа и четвертичных отложений района;
- изучение четвертичных отложений с детальным отбором проб на различные типы анализов;
- проведение биоиндикационных исследований для создания наиболее достоверных реконструкций;
- отбор проб снега, воды и льда в районе исследования в рамках мониторинга содержания стабильных изотопов кислорода и водорода как показателя происхождения и дальнейшей трансформации природных вод;
- палеолимнологические исследования: отбор колонок донных отложений озер и последующий анализ образцов с целью выявления особенностей осадконакопления и их связи с климатическими сигналами в современных приледниковых озерах (оз. Бретьерна и Стемме) и детальных палеогеографических реконструкций изменений положения уровня моря на протяжении последних 10 тысяч лет в озерах смешанного морского/континентального происхождения (приустьевое озеро в долине реки Колес).

Основным направлением исследований в северной и западной частях района исследования является изучение морских террас и отложений, слагающих террасовые комплексы. Это позволит актуализировать имеющиеся представления об изменении уровня моря в раннем – среднем голоцене, и соотнести полученные сведения с результатами работ прошлых лет и опубликованными данными. Перспективным направлением, с точки зрения геоморфологии и сравнения с имеющимися данными, также является изучение гляциодислокаций, перемещенных морских образований и конечно-моренных гряд малого ледникового периода на севере Земли Оскара II.

Особый интерес представляют толщи биогенных голоценовых образований (торфа) мощностью больше 0,5 м, которые могут дать сведения для детальных реконструкций растительности и дальнейшей корреляции данных об эволюции растительного покрова на архипелаге Шпицберген в целом. Мощные биогенные образования были выявлены в ходе изучения аэрофотоснимков и рекогносцировочных работ палеогеографического отряда в 2021 году в юго-западной части района исследования.

Палинологические биоиндикационные исследования заключаются в уточнении и повышении корректности интерпретации ископаемых спорово-пыльцевых спектров. Планируется проведение отбора поверхностных проб и геоботанических описаний в местах отбора для последующего выделения субрецентных спорово-пыльцевых спектров и выявления адекватности отражения в них современного растительного покрова и влияния локальных и региональных факторов, в том числе, переноса пыльцы.

Метод варвохронологии направлен на совмещение определения возраста ленточно-слоистых озерных отложений и изучения зашифрованных в этих отложениях климатических сигналов. Чаще всего такие работы проводились по отложениям, сформировавшимся в периоды разрушения позднеплейстоценового оледенения. Механизм формирования этого типа отложений в современных условиях, после событий малого ледникового периода, изучен в меньшей степени. В районе п. Баренцбург находятся два приледниковых озера, которые возникли в результате отступления ледника в последние сто (оз. Стемме) и шестьдесят лет (оз. Бретьерна). Таким образом, имеется уникальная возможность изучить механизм формирования ленточных глин в современных условиях и выявить связь морфологии ежегодных осадочных слоев (варв) с климатическими

сигналами. Такое понимание позволит более обоснованно реконструировать изменение климата в районах приледниковых водоемов для периодов, когда другие методы в силу объективных причин не работают или еще не применялись.

Следующим объектом исследований являются озера смешанного морского / континентального генезиса, расположенные в прибрежной зоне, в которых содержится запись изменения климатических сигналов в последние столетия и информация о региональных изменениях уровня моря в голоцене.

Ожидаемые результаты:

В результате полевых работ предполагается получить данные, позволяющие детализировать имеющиеся представления об изменениях природной среды с конца позднего неоплейстоцена до нашего времени;

Анализ отобранных образцов позволит уточнить и выделить основные периоды изменения климата, уровня моря и растительности в этом регионе;

Полученные данные послужат источником для создания наиболее точных и корректных реконструкций эволюции ландшафтов о. Западный Шпицберген.

Результаты изучения озерных осадков в виде варвов станут важным этапом в изучении механизма формирования ленточных глин в районе и их использования для продолжения в прошлое имеющегося ряда инструментальных наблюдений климатических параметров.

Изучение донных осадков прибрежных озер смешанного морского и континентального генезиса позволят получить более детальную (по сравнению с традиционно используемыми датировками ископаемых моллюсков) реконструкцию изменения относительного уровня моря и развития природной среды в районе в позднем голоцене.

Район работ: юго-западная часть Земли Оскара II, оз. Бретьерна, Стемме, приустьевое озеро в долине р. Колес.

Период работ: март, июль-август.

Количество участников: 3.

## **Мероприятие 6. Современное состояние и динамика многолетней мерзлоты**

Наименование научно-технической программы, проекта (темы):

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» плана НИТР Росгидромета на 2020–2024 гг. Научные наблюдения выполняются также в рамках договорных работ с ГТ «Арктикуголь» по теме «Геотехнический мониторинг многолетнемерзлых грунтов в российских поселках на архипелаге Шпицберген».

Выполняемые с 2016 г. мерзлотные исследования на криосферном полигоне в районе п. Баренцбург заложили основу для непрерывных наблюдений за откликом мерзлых пород района на климатические флуктуации, позволили начать изучение гидролакколитов и других мерзлотных явлений, проследить с помощью геофизических методов талики и

выявить зоны разгрузки подмерзлотных вод, провести первые работы по микробиологической и биогеохимической характеристике мерзлых толщ Шпицбергена.

В 2022 году основной целью исследований будет расширение сети термометрических скважин, наблюдение за мерзлотными формами рельефа, измерение толщины слоя протаивания на криосферном полигоне в районе п. Баренцбург и уточнение состояния термометрических скважин сети наблюдений в районе п. Баренцбург и Пирамида.

В соответствии с этой целью ставятся следующие задачи:

- Повторное бурение скважины №8 глубиной 25 м на речной террасе долины р. Грендален в непосредственной близости от старого ствола с размещением в ней термометрического оборудования и отбором образцов для палеогеографических исследований;
- Изучение мерзлотных форм рельефа;
- Проведение режимных наблюдений на криосферном полигоне РНЦШ в п. Баренцбург (термометрия скважины, измерения мощности сезонно-талого слоя) и передача данных в системы GTN-P и CALM.

Ожидаемые результаты:

В результате обустройства новой термометрической скважины в долине Грендален будет расширена сеть и повышена репрезентативность наблюдений за реакцией вечной мерзлоты арх. Шпицберген на текущие климатические изменения. Будет отработана методика бурения глубоких скважин.

Измерения на криосферном полигоне пополнят ряд данных о межгодовой динамике сезонно-талого слоя, которые будут включены в международную базу данных GTN-P.

Все получаемые данные мерзлотных наблюдений и исследований закладывают и улучшают фундамент для корректного моделирования и прогноза отклика вечной мерзлоты на климатические изменения и служат источником важной информации для проведения инженерно-геологических изысканий под строительство в п. Баренцбург и его окрестностях.

Расширение наблюдательной сети в условиях разнообразного мерзлотно-геологического строения делают район Баренцбурга уникальным полигоном для отработки различных методов и технических решений по изучению мерзлоты. Методики обустройства мерзлотного полигона, отработанные на арх. Шпицберген, будут применены при создании сети наблюдений в Российском секторе высокоширотной Арктики.

Район работ: п. Баренцбург, Пирамида;

Период работ: август-сентябрь;

Количество участников: 3.

## **Мероприятие 7. Спутниковый мониторинг акватории и побережья Северного ледовитого океана и арктических морей**

Выносной пункт приема-передачи спутниковой информации (ВППИ) в п. Баренцбург работает в круглосуточном режиме с целью получения, обработки и передачи

данных дистанционного зондирования Земли из космоса (ДЗЗ) акваторий и побережья Северного Ледовитого океана и арктических морей.

Зона обзора ВППИ практически полностью охватывает акваторию Северного Ледовитого океана (рис. 5). Так как ВППИ находится точка схождения орбит спутников дистанционного зондирования Земли, спутники попадают в зону прямой радиовидимости ВППИ на всех витках, что обеспечивает прием максимально возможного количества информации. В свою очередь отсутствие радиопомех и зон закрытия обуславливает высокое качество снимков.

ВППИ представляют собой комплекс приема спутниковой информации, её первичной обработки и подготовки к передаче в удаленный пункт управления и тематической обработки. Основой комплекса являются три станции MEOS 3,8 м производства компании Kongsberg Spacetec AS (Норвегия), предназначенные для приема и обработки данных спутников ДЗЗ.

Количество получаемой информации составляет более 1000 многодиапазонных спутниковых снимков в неделю, предназначенных для решения множества задач: мониторинга ледовых и гидрометеорологических условий на акваториях Северного Ледовитого океана, обеспечения безопасности мореплавания на акваториях Северного морского пути, а также Баренцева, Белого и Балтийского морей, обеспечения безопасности деятельности по освоению месторождений углеводородного сырья на шельфе и побережье арктических морей.



Рисунок 5 – Зоны обзора и расположение автономного пункта приема-передачи спутниковой информации на архипелаге Шпицберген

В Баренцбурге проводится предварительная обработка данных спутников ДЗЗ – ежедневная подготовка регламентированных фрагментов спутниковых изображений по акватории Северного Ледовитого океана в оперативном режиме. Тематическая обработка принимаемой спутниковой информации осуществляется в ААНИИ с использованием автоматического программно-технологического комплекса потоковой обработки данных ДЗЗ.

Для участников и пользователей Единой системы информации о мировом океане (ЕСИМО) данные автоматической обработки находятся в свободном доступе, что позволяет заинтересованным организациям получать оперативную (ориентировочно через 60 минут после пролета спутника) информацию по морям Гренландскому, Северному, Балтийскому, Баренцеву, Белому, Карскому, Лаптевых, Восточно-Сибирскому, а также по

Центральному Арктическому бассейну. Регламентированный доступ пользователей к данным ДЗЗ и информационным ресурсам на их основе осуществляется через Web-сервисы ЕСИМО.

В соответствии с норвежскими законами для получения разрешения на работу приемных антенн в п. Баренцбург ежегодно оплачивается лицензия в размере 18 000 норвежских крон. Два раза в год ВППИ инспектируется Комиссией Губернатора Шпицбергена, в состав которой входят представители Государственного управления связи Норвегии и Норвежского института оборонных исследований.

## **Мероприятие 8. Экологические исследования**

### *1. Мониторинг состояния приземного воздуха автоматическими станциями*

Две станции контроля качества атмосферного воздуха работают в п. Баренцбург с 2016 г. Станции расположены непосредственно в поселке и на плато г. Улаф и оборудованы автоматическими анализаторами содержания оксидов азота, оксида серы, сероводорода, озона, углекислого газа, угарного газа, газообразной ртути и пыли в приземном воздухе, а также автоматическими метеостанциями.

Непрерывные ряды концентраций газовых примесей в приземном воздухе позволяют исследовать сезонную динамику состава приземного слоя атмосферы, вклад локальных источников загрязнения и трансграничного переноса. Круглогодичный мониторинг содержания газовых примесей в сочетании с метеорологическими данными и концентрациями аэрозоля дает представление о экологической ситуации в поселке Баренцбург в межгодовом масштабе. Данные станций используются также для сравнения уровней и динамики загрязнения воздуха в разных поселениях архипелага Шпицберген.

### *2. Разработка методик анализа и поиск новых загрязняющих веществ в природных средах архипелага Шпицберген*

В рамках Мероприятия 11 в районе посёлка Баренцбург арх. Шпицберген ежегодно проводится мониторинг содержания ряда приоритетных органических загрязняющих веществ: полихлорированных бифенилов и пестицидов, а также полициклических ароматических углеводородов, которые считаются «традиционными» загрязняющими веществами. Для более полного изучения характера локального и фоновое загрязнения, а также процессов трансформации загрязняющих веществ в арктической экосистеме, необходимо расширить номенклатуру уже изучаемых компонентов веществами, обладающими иными физико-химическими свойствами и характером поведения в природных средах (матрицах).

«Новые» загрязняющие вещества в последнее десятилетие привлекают внимание экологов и химиков окружающей среды, что отражено в Стокгольмской конвенции и Рамочной директиве ЕС по водным ресурсам (2000/60/ЕС), рекомендованы к мониторингу АМАР (Программа арктического мониторинга и оценки) и постепенно начинают включаться в стандартные списки мониторинга загрязняющих веществ. К новым загрязняющим веществам относятся устойчивые продукты метаболизма лекарственных препаратов, продукты разложения средств личной гигиены, перфторированные кислоты, силоксаны, замедлители горения, добавляемые в полимерную продукцию и строительные материалы. Механизмы накопления таких вещества в средах, биодоступность и

биоэффекты мало изучены. Распространение новых загрязняющих веществ происходит в основном через воздушную и водную среду с глобальным переносом из густонаселённых районов Европы, и от локальных источников – поселений на Шпицбергене.

В 2022 году в химико-аналитической лаборатории планируется с помощью хроматомасс-спектрометрического метода

– продолжить работы по валидации и внедрению методики определения содержания перфторированных соединений в объектах окружающей среды (рыба, почва, донные отложения) и анализу полученных данных;

– в экспериментальном порядке по возможности провести поиск продуктов трансформации фармацевтических препаратов в природной среде.

Выполнение всех аналитических работ будет зависеть от наличия в лаборатории необходимых реактивов, материалов для подготовки, очистки, концентрирования проб, сертифицированных стандартных материалов. Эти химическо-аналитические исследования выполняются во период отсутствия задач, связанных с аналитическим обеспечением сезонной экспедиции.

#### **Мероприятие 9. Работы по линии международного сотрудничества на Шпицбергене**

*1. ММБИ РАН: проведение XVI Всероссийской научной конференции с международным участием «Комплексные исследования природы Шпицбергена и прилегающего шельфа 2022»*

ММБИ РАН планирует организовать и провести всероссийскую конференцию с международным участием в г. Мурманске в период 2-3 ноября 2022 г. Междисциплинарная конференция проводится раз в два года. На конференции предполагается осветить важнейшие аспекты научных исследований на архипелаге Шпицберген и прилегающем шельфе, обсудить планы и научные программы дальнейших научных работ, вопросы международного сотрудничества и другие аспекты научной деятельности.

Продолжится сотрудничество в удаленном режиме в рамках семинаров, конференций, рабочих встреч.



## ФГБУ «Мурманское УГМС»

### Мероприятие 10. Проведение регулярных наблюдений на базе гидрометеорологической обсерватории «Баренцбург»

К выполнению работ в период с 01.01.2022 года по 31.12.2022 года запланировано участие 8 специалистов ФГБУ «Мурманское УГМС» (техники-метеорологи, геофизики, океанолог) с использованием уже имеющейся и вновь созданной инфраструктуры Российского научного центра на архипелаге Шпицберген. Источник финансирования – субсидия из федерального бюджета на финансовое обеспечение выполнения государственного задания на оказание государственных услуг (выполнение работ) №169-03-2022-019 от 19.01.2022 г. ФГБУ «Мурманское УГМС» на 2022 год.

В 2022 году гидрометеорологической обсерваторией Баренцбург предусматривается проведение следующих работ:

#### 1. Метеорологические наблюдения:

– Основные метеорологические наблюдения по программе метеорологических станций II разряда в непрерывном, круглосуточном режиме.

– Наблюдения за температурой и влажностью воздуха, температурой подстилающей поверхности, параметрами ветра, атмосферным давлением проводятся с использованием автоматизированного метеорологического комплекса, количество осадков измеряется по осадкомеру Третьякова.

– Наблюдения за метеорологической дальностью видимости, количеством, формой и высотой облачности, атмосферными явлениями, высотой снежного покрова проводятся визуально.

– Дополнительные метеорологические наблюдения по гололедному станку.

– Регистрация метеорологических элементов самописцами: барограф недельный, термограф суточный, гигрограф суточный, гелиограф.

#### 2. Морские гидрометеорологические наблюдения:

– Наблюдения над уровнем моря по футштоку в 06, 12, 18 ВСВ и по мареографу ежечасно;

– Наблюдения над волнением визуально в 06, 12, 18 ВСВ;

– Ледовые наблюдения в заливах Гренфьорд и Исфьорд с измерением характеристик ледяного покрова в постоянной точке (толщина льда, глубина его погружения, высота и плотность снежного покрова на льду);

– Наблюдения за видимостью в сторону моря - ежедневно в 06, 12, 18 ВСВ;

– Определение плотности и солёности морской воды ареометрированием 1 раз в сутки в 12 ВСВ;

– Измерение температуры воды ежедневно в 06, 12, 18 ВСВ;

– Геодезические работы по увязке реперов 1 раз в 3 года и нивелировке футштока 2 раза в год.

В соответствии с Решением совещания по созданию испытательных полигонов для отработки методик выбора, установки и эксплуатации автоматизированных средств измерений от 06.11.2019, ФГБУ «Мурманское УГМС» продолжит участие в работе испытательного полигона на базе ГМО «Баренцбург» совместно с ФГБУ «ААНИИ» и ФГБУ «ГОИН».

#### 3. Радиометрические наблюдения:

Ежедневное измерение мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения (МЭД, мкЗв/ч) на расстоянии 1 м от поверхности.

4. Геофизические наблюдения:

Производство измерений часовой амплитуды изменения горизонтальной компоненты геомагнитного поля, измерение трехчасового К-индекса возмущенности геомагнитного поля и регистрация уровня космического радиоизлучения на частоте 30 МГц. Наблюдения круглосуточные, непрерывные.

5. Актинометрические наблюдения:

Актинометрические наблюдения над суммарной радиацией по интегратору один раз в сутки с 17 февраля по 27 октября.

6. Озонометрические наблюдения:

Озонометрические наблюдения выполняются по специальной программе при малооблачной погоде при высоте солнца выше 5 градусов над горизонтом.

7. Прочие:

Проведение поверки и профилактического ремонта приборов согласно плану проведения поверок.

Обработка материалов наблюдений, составление месячных, квартальных и годовых метеорологических и гидрологических отчетов, занесения результатов в климатическую базу данных.

Ожидаемые результаты:

Изучение и прогнозирование гидрометеорологических и геофизических процессов, происходящих в атмосфере и океане, климатических изменений Арктического региона укрепит позиции российского присутствия на норвежском архипелаге Шпицберген.

Проведение регулярных гидрометеорологических наблюдений на базе ГМО «Баренцбург» актуально для обеспечения безопасности мореплавания.

Оперативная гидрометеорологическая информация ГМО «Баренцбург» используется синоптиками ФГБУ «Мурманское УГМС» для составления прогнозов и предупреждений о неблагоприятных гидрометеорологических явлениях и опасных явлениях (ОЯ) по всей зоне ответственности Мурманского УГМС (как морской, так и материковой). Наибольшее число ОЯ (сильный снег, метель, штормовой ветер) связано с циклонами, формирующимися в Гренландском море и, углубляясь, стремительно смещающимися на юго-восток Баренцева моря.

Измерение мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения (МЭД) проводится в целях получения информации о радиационном фоне в районе п. Баренцбург.

Геофизические данные Баренцбурга входят составной частью в диагностические и прогностические материалы Мурманского центра мониторинга геофизической обстановки по условиям радиосвязи в Арктическом регионе в целях обеспечения этой информацией потребителей.

Район работ: п. Баренцбург;

Период работ: круглогодично;

Количество участников: 6.

## Северо-Западный филиал ФГБУ «НПО «Тайфун»

### Мероприятие 11. Фоновый и локальный мониторинг загрязнения окружающей среды в районах хозяйственной деятельности российских предприятий на архипелаге Шпицберген

Мониторинговые исследования проводятся, согласно Плану НИОКР Росгидромета, на 2020–2024 гг., тема 4.3.3 «Оценка состояния и тенденций изменения загрязнения природных сред Арктической зоны Российской Федерации», головной исполнитель Северо-Западный филиал ФГБУ «НПО «Тайфун» и Плану основных мероприятий Росгидромета на 2022 г. Экспедиционные исследования ведутся совместно с ФГБУ «ААНИИ».

Цель исследований:

Оценка состояния загрязнения компонентов окружающей природной среды (атмосферного воздуха, снежного покрова, морских вод и донных отложений, вод и донных отложений водоёмов суши, почвенных вод, почв и растительного покрова) на территориях и в ближайших окрестностях посёлков Баренцбург и Пирамида, других объектов инфраструктуры, включая сопредельные территории и акватории заливов.

Задачи:

– Фоновый мониторинг в районе пос. Баренцбург. Комплекс работ, проводимый в рамках фонового мониторинга, предусматривает получение информации, необходимой для оценки состояния загрязнения компонентов окружающей природной среды на территории ближайших окрестностей поселка Баренцбург, включая акваторию Гренфьорда.

– Локальный мониторинг в районе дислокации пос. Баренцбург. Комплекс работ, проводимый в рамках локального экологического мониторинга, предусматривает:

- контроль качества атмосферного воздуха на территории поселка;
- контроль качества морских вод на причалах пос. Баренцбург;
- контроль уровней загрязнения почв, почвенных вод на территории поселка и в местах расположения отвалов горных пород и шлака от ТЭЦ, а также в районе свалки бытовых отходов на южной периферии поселка;
- маршрутные наблюдения за состоянием загрязнения поверхностного слоя почвы (в летне-осенний период), наличием и местоположением свалок мусора, и другими нарушениями (наблюдения сопровождаются фотосъемкой);
- контроль состояния почв в загрязненных зонах.

– Мониторинг окружающей среды в районе расположения поселка Пирамида. Комплекс работ, проводимый в рамках мониторинга окружающей среды, предусматривает:

- контроль качества атмосферного воздуха на территории поселка Пирамида и на фоновых территориях;
- контроль качества вод оз. Голубое, являющегося источником питьевой воды для пос. Пирамида, и морских вод на причалах пос. Пирамида;
- контроль уровней загрязнения почв, почвенных вод и растительности на территории поселка, а также в районе свалки бытовых отходов поселка;
- маршрутные наблюдения за состоянием загрязнения поверхностного слоя почвы, наличием и местоположением свалок мусора, и другими нарушениями;
- контроль уровней загрязнения почв в загрязненных зонах.

Содержание работ:

– Организация и проведение отбора проб компонентов природной среды в районе п. Баренцбург и п. Пирамида с прилегающими акваториями залива Гренфьорд и бухты Петунья, соответственно.

– Полевые работы будут включать отбор проб атмосферного воздуха и атмосферного аэрозоля; почвенных вод, почв, растительного и снежного покрова на территории п. Баренцбург и Пирамида и фоновых районов; морских поверхностных и придонных вод; морских водных взвесей на акватории залива Грэнфьорд и бухты Петунья (залив Исфьорд), поверхностных вод озер Стемме и Глубокого, реки Грендалсельва, долина которой расположена южнее поселка Баренцбург.

– На всех точках опробования будут выполняться сопутствующие метеорологические наблюдения, включающие измерение следующих метеопараметров: скорости и направления ветра, атмосферного давления, температуры воздуха, видимости, количества и формы облачности, наличия осадков.

– На водных станциях дополнительно будут проводиться наблюдения за состоянием водной поверхности, включающие визуальные наблюдения за наличием и интенсивностью плавающих пятен и пленок, скоплений отмирающих водорослей, появления повышенной мутности воды, пены и т.д.

– Будут производиться маршрутные визуальные наблюдения за состоянием поверхностного слоя почвы, размерами и характером зон нарушенности, наличием и месторасположением свалок мусора, и другими нарушениями компонентов природной среды.

– Выполнение химико-аналитических и других лабораторных исследований отобранных образцов и проб компонентов природной среды в химико-аналитической лаборатории РАЭ-Ш (п. Баренцбург) и базовой лаборатории Северо-Западного филиала ФГБУ «НПО «Тайфун» (г. Санкт-Петербург). Обработка и анализ всех видов проб выполняются согласно действующим нормативным документам, регламентирующим организацию наблюдений за состоянием объектов окружающей природной среды.

Ожидаемые результаты:

Полученные материалы пополнят многолетний банк данных об уровне загрязнения окружающей среды в местах хозяйственной деятельности российских предприятий на архипелаге Шпицберген данными фонового и локального мониторинга и позволят оценить тенденцию изменения состояния природной среды.

По окончании исследований, полученные данные будут обобщены и представлены в аналитическом обзоре о состоянии природной среды в районе деятельности российских предприятий на архипелаге Шпицберген.

По результатам исследований готовятся материалы для Правительственного доклада о состоянии загрязнения окружающей среды в Российской Федерации.

Район работ: п. Баренцбург, п. Пирамида, оз. Стемме, зал. Грэнфьорд, бухта Петунья;

Период работ: март-апрель, июль-август;

Количество участников: 3.

## Мероприятия Роснедр (ФГБУ «ВНИИОкеангеология»):

### Мероприятие 12. Региональные геолого-геоморфологические исследования в рамках программы по составлению комплекта карт и схем геологического содержания масштаба 1:1 000 000 архипелага Шпицберген

Исследования проводятся в рамках темы «Создание комплекта карт и схем геологического содержания масштаба 1:1 000 000 архипелага Шпицберген и геологическое доизучение северного побережья Исфьорда» и являются продолжением работ 2021 года. Заказчик работ – Роснедра, исполнитель – ФГБУ «ВНИИОкеангеология».

Основной целью исследовательских работ является сбор материалов и подготовка к созданию комплекта актуализированных карт и схем геологического содержания масштаба 1:1 000 000 архипелага Шпицберген и создание карт-врезок в виде предварительного комплекта современной геологической основы масштаба 1:100 000 ключевых опорных участков в пределах территории северного побережья Исфьорда (южная часть Земли Оскара II с прилегающими площадями).

Задачи исследований в 2022 году включают:

- Полевые работы с проведением маршрутов и составлением разрезов из полевых лагерей в районах Сент-Джонс фьорд и равнины Даудманс.
- Сбор материалов для создания предварительных карт комплекта современной геологической основы масштаба 1:1 000 000 архипелага Шпицберген.
- Составление комплекта полевых предварительных карт геологического содержания масштаба 1:100 000 для района южной части Земли Оскара II.
- Сбор материалов по стратиграфии и вещественному составу пород рифейского и четвертичного комплексов; петрологии разновозрастных магматических комплексов; геоморфологии, палеогеографии и геоэкологии.
- Сбор каменного материала для эталонной коллекции горных пород разновозрастных структурно-формационных и магматических комплексов Шпицбергена и актуализация созданного ранее предварительного каталога этой коллекции.

Ожидаемые результаты полевых работ:

1. Сбор материалов для создания предварительных карт комплекта современной геологической основы масштаба 1:1 000 000 архипелага Шпицберген:

- предварительная карта четвертичных образований Шпицбергена масштаба 1:1 000 000;
- предварительная карта полезных ископаемых архипелага масштаба 1:1 000 000.

2. Сбор материалов по минерагенической характеристике разновозрастных комплексов архипелага Шпицберген.

3. Геолого-геоморфологические материалы, отражающие уточненные схемы стратиграфического расчленения четвертичных отложений южной части Земли Оскара II и особенности геоморфологического строения территории, и его взаимосвязь с основными геологическими структурами; геолого-петрологические материалы для разновозрастных комплексов изученной территории, отражающие их строение, возраст, генезис, состав и степень регионального метаморфизма, границ и площадей картографируемых подразделений.

4. Коллекция фактурных образцов каменного материала для эталонной коллекции горных пород разновозрастных структурно-формационных и магматических комплексов Шпицбергена и обновлённый каталог этой коллекции.

Основные физические объёмы планируемых работ:

250 км геологических маршрутов; 5000 м разрезов по естественным обнажениям; 100 м разрезов четвертичных отложений; 500 проб (шлиховых, минералогических, литогеохимических, микропалеонтологических, на абсолютный возраст), 30 образцов для эталонной коллекции.

Район работ: остров Западный Шпицберген, южная часть Земли Оскара II. Участки: (1) южное побережье Сент-Джонс-фьорда и прилегающие территории; (2) равнина Даудманс и прилегающие территории. Планируется кратковременные посещения отдельных участков: Эйдембухты (а), ледников Тролльхеймен (б) и Венернбреен (в) (см. рис. 6) для сборов необходимых материалов.

Период работ: середина июня – начало сентября

Количество участников: 6 человек.

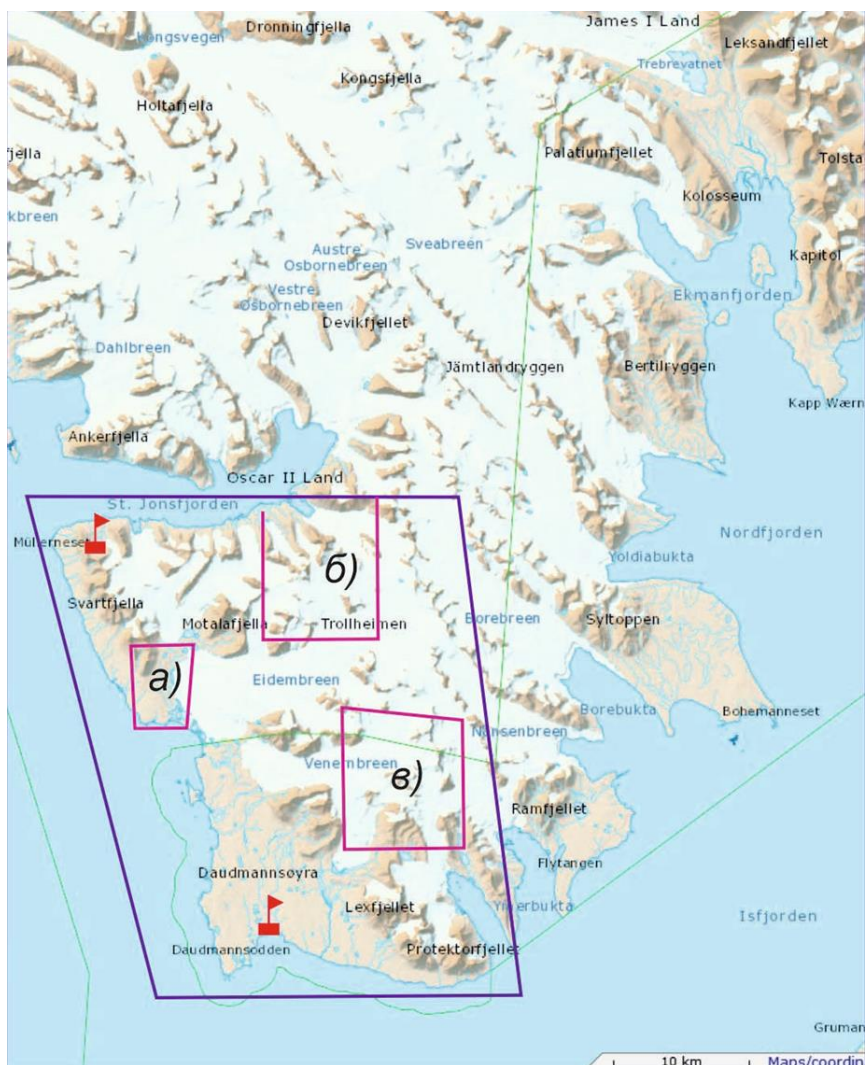


Рисунок 6 – Участки работ Шпицбергенской полевой партии ВНИИОкеангеология в полевом сезоне 2022 года. Полевые лагеря: 1 – Сент-Джонс-фьорд, 2 – равнина Даудманс. Участки специализированных исследований: Эйдембухты (а), ледник Тролльхеймен (б) и ледник Венернбрин (в)

### **Мероприятие 13. Региональные геолого-геоморфологические исследования Шпицбергенского шельфа**

Исследования проводятся в рамках темы «Геологическое изучение Шпицбергена и окружающего шельфа» и работы будут продолжаться в 2023 и 2024 гг. Заказчик работ – Роснедра, исполнитель – ФГБУ «ВНИИОкеангеология».

Основной целью исследовательских работ является сбор материалов и подготовка к созданию комплекта геологических карт и схем геологического содержания масштаба 1:1 000 000 Шпицбергенского шельфа.

Задачи исследований в 2022 году включают:

- Полевые работы с проведением сейсмоакустического профилирования (300 погонных километров) и донного пробоотбора (25 станций).
- Лабораторные исследования полученных образцов донных осадков и донного каменного материала.
- Картосоставительские работы по результатам работ 2022 года.
- Сбор каменного материала для эталонной коллекции донного каменного материала.

Ожидаемые результаты полевых работ:

1. Сбор материалов для создания предварительных карт Шпицбергенского шельфа масштаба 1:1 000 000:

- предварительная карта четвертичных образований Шпицбергена масштаба 1:1 000 000;
- предварительная литологическая карта поверхности дна акватории масштаба 1:1 000 000.

2. Сбор материалов по литологическому составу и минерагенической характеристике донных осадков и донного каменного материала.

3. Геолого-геоморфологические материалы, отражающие строение морского дна.

4. Коллекция фактурных образцов каменного материала для эталонной коллекции донного каменного материала Шпицбергенского шельфа.

Основные физические объёмы планируемых работ:

300 погонных километров сейсмоакустических профилей (профилограф), 25 станций донного пробоотбора (трубка и дночерпатель). Образцы для аналитических исследований и коллекции.

Район работ: юго-восточная часть планшета картирования (см. рис. 7).

Период работ: июнь.

Количество участников: 10 человек.



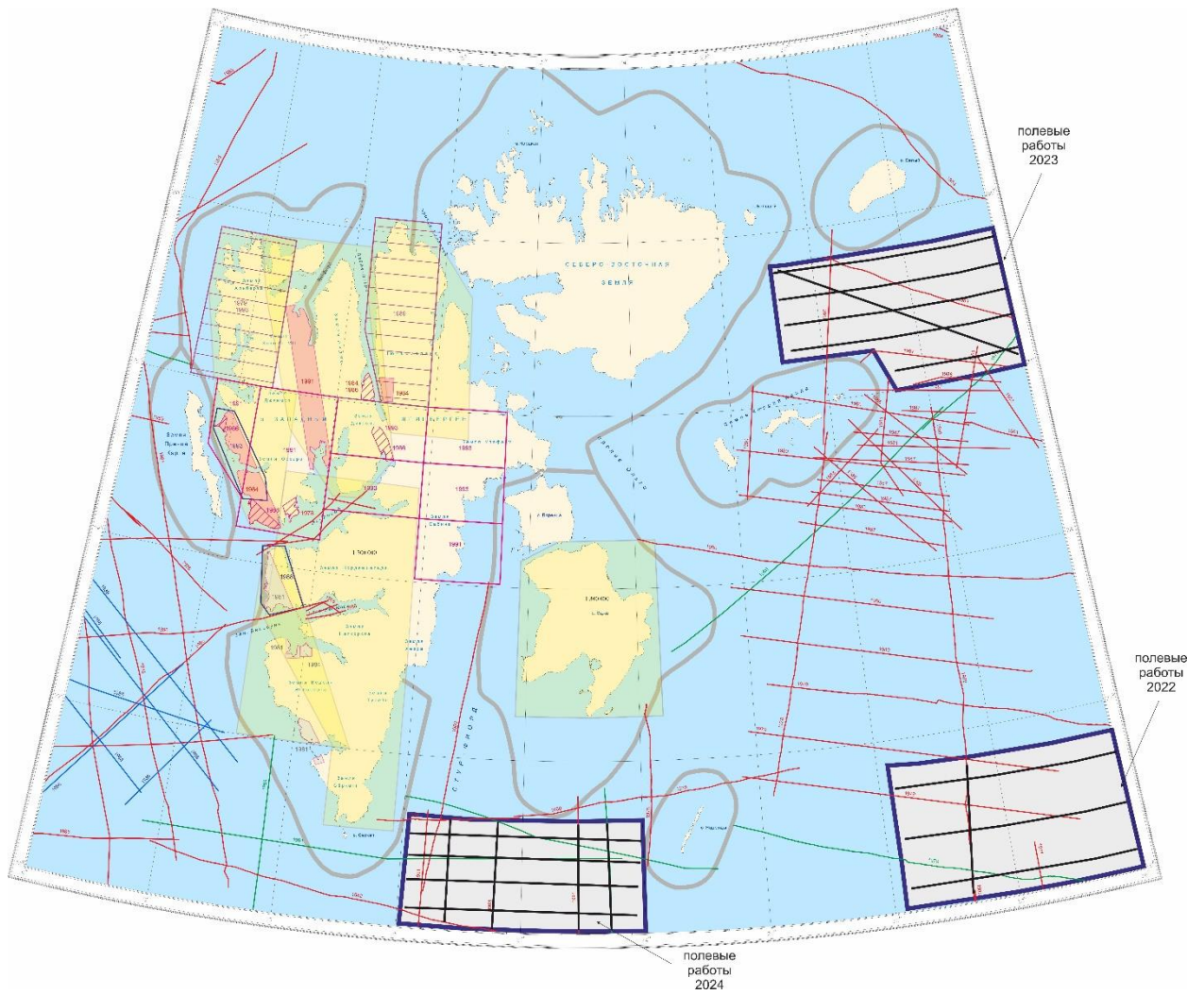


Рисунок 7 – Районы геолого-геофизических работ на Шпицбергенском шельфе в 2022–2024 гг.



**Мероприятия Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Института географии Российской академии наук (ИГ РАН):**

**Мероприятие 14. Исследование изменчивости природных и антропогенных ландшафтов архипелага Шпицберген в условиях современного климата**

Основная цель проекта исследование механизмов изменения криосферы, почв и парниковых газов в системе «почва-атмосфера» «ледник-атмосфера» для Западной Арктики в условиях современного климата и в рамках реализации «Стратегии российского присутствия на архипелаге Шпицберген до 2030 года». Научная тема соответствует приоритетному направлению Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации (далее - СНТР) Ж – возможность эффективного ответа российского общества на большие вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий, социальных институтов на современном этапе глобального развития, в том числе применяя методы гуманитарных и социальных наук.

Архипелаг Шпицберген – уникальный полигон, где на относительно ограниченной площади имеется большое разнообразие ландшафтных, климатических и мерзлотных условий. Исследование динамики ледников, снежного покрова и изменчивости многолетнемерзлых грунтов на архипелаге дают ценную информацию о механизмах развития высокоширотной природной системы, и дает возможность оценить современную деградацию оледенения и многолетней мерзлоты и динамику геосистем в Арктике в условиях современного изменения климата.

Изучение почв архипелага, которые формируются при быстром таянии ледников, основанное на оценке баланса С-содержащих парниковых газов и закиси азота с применением набора современных инструментальных методов, способствует глубокому изучению органического вещества почв, что необходимо для понимания вклада арктических экосистем в глобальный пул углерода и понимания механизмов его формирования.

Основные решаемые задачи:

1. Изучение абляции на реперных ледниках Земли Норденшельда (о. Западный Шпицберген) для количественной оценки реакции оледенения Западной Арктики на современные климатические условия.

2. Оценка влияния погодных условий на теплоперенос в системе атмосфера – поверхностные покровы – грунт на разных высотных уровнях.

3. Полевая оценка нетто-баланса и основных потоков биогенных парниковых газов и С-баланса на поверхности ледника Альдегонда и в его перигляциальной зоне. Оценка эвапотранспирации и альбедо в зависимости от плотности криоконитового материала, абсолютной высоты, уклона и его формы. Отбор проб воды и льда на содержание метана и CO<sub>2</sub>.

4. Исследование свойств почв, формирующихся на криоконитовом материале в перигляциальной зоне быстротающих ледников оценка вклада углерода «ледникового» происхождения в почвообразование.

5. Дендрохронологические работы по сбору образцов плавника в юго-западной части архипелага на побережье и в пределах морских террас.

6. Оценка состояния и объема новых ледниковых озер западного берега залива Гренфьорд и в районе п. Пирамида.

7. Выбор модельных участков для исследования состава фауны птиц, характера пребывания видов, их численности и пространственного размещения в естественной природной среде и в антропогенно измененных местообитаниях в районе п. Баренцбург.

Ожидаемые результаты исследований и их возможная практическая значимость (применимость):

1. Количественная оценка величин таяния ледников, как основы для прогноза изменения оледенения Западной Арктики в ближайшее десятилетие.

2. Оценка влияния метеорологических условий на теплоперенос в системе атмосфера – поверхностные покровы – грунт на разных высотных уровнях и их влияние на температурный режим приповерхностного слоя многолетней мерзлоты для прогнозирования деградации многолетней мерзлоты в современных условиях.

3. Оценка баланса С-содержащих парниковых газов и закиси азота, а также их факторов в основных супрагляциальных и перигляциальных экосистемах ледника Альдегонда (в том числе оценка вклада криоконитов в общий баланс парниковых газов).

4. Основные характеристики почв, формирующихся в перигляциальной зоне ледников Альдегонда и Бертель на криоконитовом материале. Оценка вклада углерода супрагляциальных систем ледника (в том числе криоконитов) в почвообразование.

5. На основе дендрохронологических образцов составление «плавающих хронологий» и определение их места в длинных арктических хронологиях (The International Tree-Ring Data Bank (ITRDB), архив ИГ РАН) и установление района происхождения древесины.

6. Выделение наиболее репрезентативных приледниковых озер для проведения палеолимнологических исследований. Это позволит начать исследования по изучению формирования приледниковых озер в условиях Арктики.

7. Анализ модельных участков для исследования состава фауны птиц, характера пребывания видов, их численности и пространственного размещения в естественной природной среде и в антропогенно измененных местообитаниях в районе пос. Баренцбург.

Район работ: ледники района Грэнфьорд, п. Баренцбург, Пирамида и окрестности;

Период работ: июль-сентябрь;

Количество участников: 10.

**Мероприятия Федерального государственного бюджетного учреждения науки Мурманского морского биологического института Российской академии наук (ММБИ РАН):**

**Мероприятие 15. Комплексные исследования экосистем фьордов и морей, омывающих архипелаг Шпицберген**

Цель исследований

Комплексные исследования современного состояния компонентов среды и биоты морских и береговых экосистем в районе архипелага Шпицберген.

Работы проводятся в акватории заливов и в береговой зоне и включают полевые, стационарные и камеральные исследования современного состояния компонентов среды и биоты морских экосистем.

Задачи научных исследований в 2022 г.:

- Исследования термохалинных характеристик водных масс в заливе Исфьорд;
- Изучение распространения и развития фито- и зоопланктона в акватории залива Грёнфьорд;
- Изучение функционирования литоральных бентосных сообществ в условиях низких температур в заливах Исфьорда;
- Альгологические исследования: систематика, биогеография, морфология, физиология, биохимия, адаптация макрофитов к арктическим условиям;
- Наблюдения за поведением птиц и морских млекопитающих, определение периодов миграции различных видов;
- Изучение распространения и разнообразия почвенных микроартропод;
- Исследования миграции и накопления тяжелых металлов в морской трофической цепи;
- Режимные стационарно-суточные наблюдения за потоками осадочного вещества в заливах Исфьорда, изучение особенностей формирования осадочной толщи во внутренней части залива Грёнфьорд на границе река (р. Бретьерна) – море (зал. Грёнфьорд);
- Установление зависимости характеристик донных отложений от батиметрических особенностей заливов.

Ожидаемые результаты:

1. Характеристика текущего состояния и многолетних изменений термохалинных свойств водных масс в заливе Исфьорд.
2. Основные закономерности пространственного распределения фито- и зоопланктона в прибрежных водах Шпицбергена, его видовой состава и особенности.
3. Особенности экологии донных организмов, разнообразие, динамика и функциональные особенности зообентоса на литорали заливов.
4. Особенности физиологии макрофитов, обитающих в прибрежных водах заливов Западного Шпицбергена и адаптированных к существованию в условиях полярной ночи и замерзания прибрежной полосы.
5. Характеристика основных экологических факторов, влияющих на состав, структуру и динамику разнообразия птиц и морских млекопитающих.
6. Особенности формирования разнообразия почвенных микроартропод на Шпицбергене.

7. Оценка уровней химических и радиоактивных загрязняющих веществ в среде и биоте морских и прибрежных экосистем Шпицбергена.

8. Оценка объема выноса в море терригенного материала талыми ледниковыми водами, скорости накопления ледниково-морских отложений и общего потока осадочного вещества.

9. Оценка влияния талых (пресных) ледниковых вод и сезонной седиментации на характеристики донных отложений и в целом экосистемы заливов Западного Шпицбергена.

Район работ: система залива Исфьорд, пос. Баренцбург;

Период работ: июль-сентябрь, ноябрь-декабрь;

Количество участников: 9.

**Мероприятия Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
«Полярно-альпийского ботанического сада-института им. Н.А. Аврорина Российской  
академии наук (ПАБСИ КНЦ РАН):**

**Мероприятие 16. Изучение флоры, растительности, продуктивности и  
процессов почвообразования в арктических экосистемах архипелага Шпицберген**

Исследование выполняется в рамках темы государственного задания № гос. регистрации 1021032422551-2-1.6.11.

Комплексное исследование экосистем архипелага Шпицберген сотрудниками Полярно-альпийского ботанического сада-института (ПАБСИ) ведется с 2004 года и направлено на изучение биоразнообразия фототрофной биоты, описание растительности и выявление продуктивности растительных сообществ, морфолого-генетический, экологический и биогеохимический анализ почвенного покрова. За длительный период исследований выявлен видовой состав криптогамной биоты 15 локальных флор, составлены и проанализированы аннотированные списки, выявлено распространение цианопрокариот, печеночников на архипелаге. Обобщены данные по биоразнообразию и распространению цианопрокариот архипелага. Составлен и опубликован актуальный аннотированный список видов цианопрокариот, насчитывающий 293 вида, что составляет 54,2% от флоры Арктики. Впервые на архипелаге выявлено 85 видов (29% от флоры). Выделены основные типы сообществ: мохово-лишайниковые сообщества на некарбонатных субстратах (соответствуют союзу *Luzulion arcuatae* (Elvebakk 1994) Węgrzyn et Wietrzyk 2015), сырые приснеговые моховые сообщества (*Cassiopo-Salicion herbaceae* Nordh. 1943), мохово-травяные сообщества (союз *Arenarion norvegicae* Nordh. 1935). Проведена оценка степени пластичности фотосинтетического аппарата и механизмов адаптации высших сосудистых растений Западного Шпицбергена при прогнозировании изменения климата. В многолетних комплексных полевых экспериментах была оценена интенсивность трансформации органического вещества в серогумусовых почвах юго-западного побережья острова Западный Шпицберген.

Цель исследования ПАБСИ: изучение биоразнообразия фототрофной биоты, классификация растительности, мониторинг растительного покрова, оценка продуктивности растений в высокоширотных экосистемах Шпицбергена; морфолого-генетические, экологические и биогеохимические исследования почвенного покрова.

Задачи исследований ПАБСИ:

– Инвентаризация видового состава фототрофной биоты архипелага Шпицберген, выявление новых для региона и Арктики видов растений; составление карт распространения видов; классификация экологического разнообразия; выявление и описание новых для науки видов, изучение филогении арктических таксонов на внутривидовом и интравидовом уровнях (генетический и эволюционный аспекты); выявление климатогенных и антропогенных преобразований фототрофной биоты.

– Типология (синтаксономия) ценотических комплексов, растительного покрова и экосистем с учетом зональной и подзональной структуры растительности; инвентаризация и мониторинг биоценотических комплексов; выявление структуры фитомассы сообществ.

– Изучение анатомо-морфологических показателей доминирующих видов сосудистых растений, эколого-физиологические особенности растений и лишайников в

сообществах арктических тундр. Анализ содержания фотосинтетических пигментов автотрофных организмов, выявление дифференциации и скорости первичной продукции в сообществах арктических тундр.

– Изучение особенностей морфологического сложения и свойств почв и почвенного покрова Шпицбергена; выявление особенностей изменения химического состава растительных остатков и скорости высвобождения химических элементов, включая углерод и азот из растительных остатков в процессе их трансформации в почве; выявление влияния исходного элементного состава вида растений/материала на процессы их трансформации в почве; выявление влияния локальных факторов (ландшафтного положения места, температуры и влажности почв) на процессы трансформации.

Методы исследований: Определение видового состава криптогамных и сосудистых растений проводится с использованием светового и стереоскопического микроскопов на основе анатомо-морфологических методов. Для идентификации лишайников также применяется анализ хемотаксономических признаков, для изучения метаболитного состава и для идентификации видов будет использован метод высокоэффективной тонкослойной хроматографии на пластинках. Для выделения культур микроорганизмов используются методы чашечных и жидких культур. Изучение последовательностей локусов ДНК проводится молекулярно-генетическими методами. Для выявления разнообразия цианобактерий нами проводится анализ последовательностей гена 16S рРНК и 16S-23S ITS, что подразумевает выделение клональных культур. В образцах печеночников анализируются участки ядерной (ITS1-2) и хлоропластной (trnL-F) ДНК. Растительность описывается по методу Браун-Бланке.

Содержание работ в 2022 г.:

1. Выявление экологических особенностей цианопрокариот в условиях архипелага Шпицберген, выделение и очистка штаммов цианопрокариот из образцов, собранных на архипелаге. Выделение материала для секвенирования и секвенирование образцов цианопрокариот. Характеристика потенциально новых для науки видов цианопрокариот, произрастающих на архипелаге.

2. Определение видового состава лишайников локальных флор острова Северо-Восточная Земля, выявление новых таксонов, оформление гербария, внесение данных этикеток и фотографий в информационную систему L, подготовка аннотированных списков, и публикаций.

3. Идентификация образцов печеночников, подготовка иллюстративных, в том числе картографических материалов для одного из обследованных ранее районов Шпицбергена. Оформление идентифицированных образцов, внесение данных этикеток в информационную систему L. Проведение баркодинга образцов мохообразных в гербарии КРАВГ. Пробоподготовка и определение последовательностей ITS1-2 яДНК, trnL-F, trnG-intron хДНК для уточнения идентификации арктических таксонов, а также для решения существующих таксономических проблем. Уточнение экологии и распространения на архипелаге видов, внесенных в список угрожаемых в Европе. Анализ полученных данных и подготовка доклада на международное совещание. Изучение образцов рода *Saccobasis*, *Tritomaria*, *Jungermannia* со Шпицбергена и с территории России, описание и анализ морфологической и молекулярно-генетической variability, подготовка статьи «On taxonomy and distribution of the genus *Saccobasis* H.Buch».

4. Изучение растительности пояса гольцовых пустынь, анализ структуры биогеоценозов выявленных типов местообитаний.

5. Изучение анатомо-морфологических показателей доминирующих видов сосудистых растений арктических тундр Западного Шпицбергена.

6. Обобщения результатов химического анализа образцов растений тест-культуры - овса (*Avena sativa*), местных видов растений – листьев ивы полярной (*Salix polaris*) и мхов с преобладанием *Sanionia uncinata*, а также тест-материала – целлюлозы, экспонировавшихся в серогумусовых почвах Шпицбергена в многолетних полевых экспериментах.

Ожидаемые результаты реализации программы:

1. Будут проанализированы экологические особенности цианопрокариот, произрастающих на архипелаге, очищены и отсекарованы не менее 15 образцов цианопрокариот. Подготовлена для публикации характеристика потенциально новых для науки видов цианопрокариот, произрастающих на архипелаге.

2. Подготовлен аннотированный список печеночников с анализом исследованной локальной флоры по одной из ранее обследованных территорий. Пополнение основных фондов гербария КРАВГ не менее чем 100 оформленными образцами, а информационной системы L не менее, чем 100 записями, депонирование полученных последовательностей локусов ДНК в международную базу GenBank. Рассылка первого выпуска эксикат печеночников Шпицбергена и оформленных дублетов в пять организаций.

3. Проведена классификация растительности гольцовых пустынь в европейском секторе Арктики, сравнение на широтном градиенте (Шпицберген, Северная Норвегия и Кольский п-ов), проведен анализ структуры флоры сосудистых растений и горной криптогамной биоты (видовой состав, спектр жизненных форм, биогеографических элементов, состав семейств); описания будут внесены в общедоступную международную базу данных Arctic Vegetation Archive (AVA) и опубликованы, выполнена типология растительности, и на её основе – типология местообитаний пояса гольцовых пустынь, что создаст фундамент для мониторинга динамики экосистем под воздействием изменения климата и антропогенных факторов.

4. Будут выявлены анатомо-физиологические параметры для поддержания фотосинтетического аппарата высших сосудистых растений арктических тундр Западного Шпицбергена в состоянии функциональной активности.

5. Оценено влияние широтного положения, вида растений и ландшафтного положения на изменение элементного состава и скорость высвобождения элементов в процессе трансформации растительных остатков в почве. В том числе, изменение баланса депонирование/высвобождение углерода в виде парникового газа CO<sub>2</sub> по мере трансформации растительных остатков в серогумусовых почвах Шпицбергена.

Район работ: восточный и западный берег Грэнфьорда, долина оз. Конгресс, долина реки Адвентдален (рис. 8).

Период работ: 25 июня – 25 июля;

Количество участников: 3.

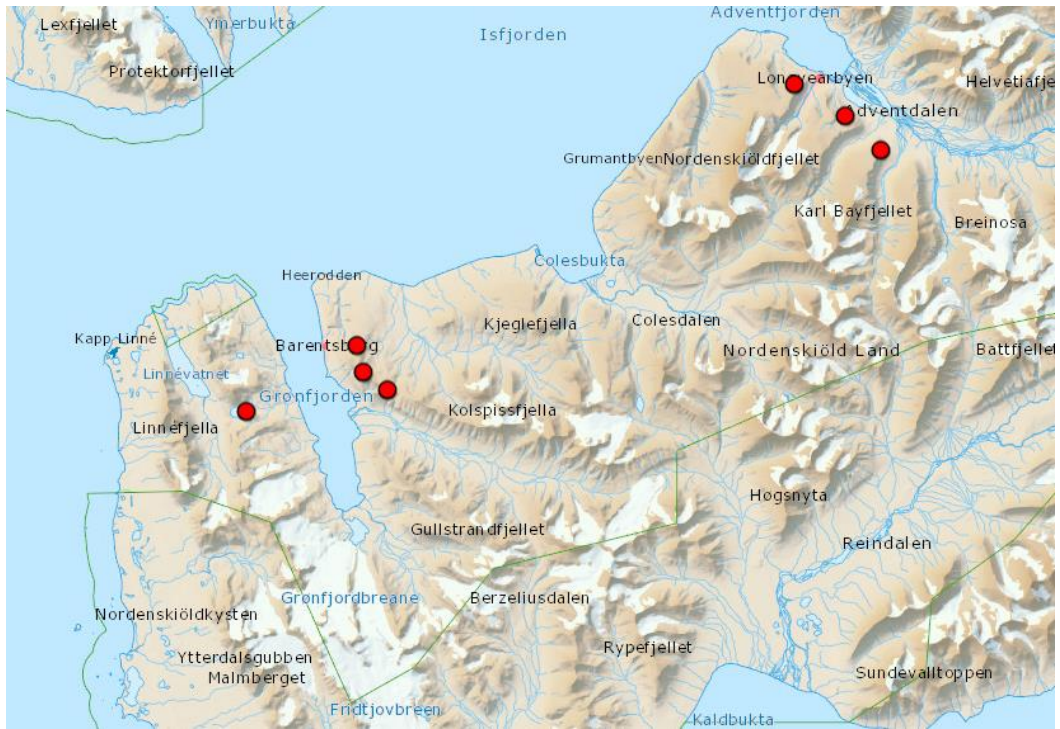


Рисунок 8 – Районы работ ПАБСИ на арх. Шпицберген в 2022 г.



**Мероприятия Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Кольского филиала Федерального исследовательского центра «Единая  
геофизическая служба РАН» (КоФ ФИЦ ЕГС РАН):**

**Мероприятие 17. Сейсмо-инфразвуковой мониторинг процессов деструкции арктической криосферы и обеспечение прогнозирования опасных геодинамических явлений на архипелаге Шпицберген**

Проблема геофизического мониторинга опасных природных и техногенных явлений в высокоширотной Арктике, относится к числу первоочередных задач, решаемых в рамках п. 17 Стратегии развития Арктической зоны России и обеспечения национальной безопасности до 2035 года, а также раздела Науки о Земле Плана фундаментальных и поисковых научных исследований на 2021–2030 годы. Актуальность поставленных задач продиктована необходимостью обеспечения безопасности крупных инженерных сооружений и природно-технических систем с повышенными требованиями к долговременной стабильности, строительство которых намечено и реализуется в АЗРФ.

Архипелаг Шпицберген и прилегающие участки дна Атлантического и Северного Ледовитого океанов представляют собой одни из наиболее сейсмоактивных районов арктического региона. Периодически на архипелаге и прилегающем шельфе происходят землетрясения достаточной энергии, чтобы вызывать ощутимые колебания в населенных пунктах, расположенных на Шпицбергене. Помимо сильных тектонических землетрясений на архипелаге отмечается слабая сейсмическая активность в районах техногенного освоения запасов каменного угля, в частности в районе рудника «Баренцбург». Контроль проявлений сейсмической разгрузки напряжений в таких областях крайне важен для обеспечения безопасной отработки месторождений.

Еще одним источником сейсмической активности, регистрируемой на архипелаге, являются проявления деструкции ледников. Несмотря на низкую энергетику таких событий, крайне важным является детальный мониторинг данного типа сейсмических проявлений, как для разработки геофизических индикаторов скорости реакции окружающей среды на климатические изменения в Арктике, так и с точки зрения развития методов обнаружения моментов и мест откола больших блоков от терминальной части выводных ледников, потенциально опасных с точки зрения генерации айсбергов.

В условиях меняющейся климатической обстановки и следующим за этим преобразованием окружающей среды крайне важной становится проблема выявления и оценки новых факторов риска для хозяйственной деятельности человека в Арктике. Особое значение имеет разработка методов непрерывного дистанционного геофизического контроля процессов разрушения арктической криосферы, сопровождаемых такими опасными явлениями как айсбергообразование, потеря стабильности многолетнемерзлых пород, взрывная дегазация осадочного чехла и пр.

Задача разработки методов геофизического мониторинга процессов схода айсбергов в акваторию арктических морей, как первого эшелона противоайсберговой службы, становится крайне актуальной в виду значительной интенсификации морских перевозок в высоких широтах, в том числе по СМП, а также в свете планов организации крупных шельфовых промыслов в акватории Карского и Баренцева морей.

#### Цели исследований:

- Повышение научного знания о процессах, происходящих в окружающей среде высокоширотной Арктики на основе регистрации сейсмических и акустических сигналов, порождаемых процессами деструкции криосферы и литосферы;
- Изучение и оценка текущего состояния геодинамической опасности на локальном и региональном уровне, включая контроль сейсмичности районов размещения угольных шахт ГТ «Арктикуголь», путем проведения непрерывного мониторинга сейсмического и инфразвукового полей на архипелаге Шпицберген;
- Накопление базы данных непрерывных наблюдений за динамическими процессами деструкции арктической криосферы, для изучения закономерностей реакции окружающей среды арктического региона на происходящие климатические изменения.

#### Основными задачами исследований являются:

1. Развитие сети станций сейсмического и инфразвукового мониторинга на архипелаге Шпицберген для обеспечения непрерывной регистрации сейсмических и инфразвуковых проявлений опасных природных и техногенных явлений.
2. Сбор, накопление и обработка данных сети сейсмического мониторинга на архипелаге Шпицберген, включая данные станций зарубежных партнеров;
3. Оперативная автоматическая и ручная обработка поступающих в региональный информационно-обрабатывающий центр (РИОЦ) в г. Апатиты данных Шпицбергенской сети мониторинга: обнаружение сейсмических событий и информирование о произошедших землетрясениях;
4. Выполнение оперативной оценки уровня геодинамического риска и районирование опасных зон по данным сейсмического мониторинга;
5. Проведение комплексных измерений годовых вариаций волновых полей в литосфере, атмосфере и криосфере на архипелаге Шпицберген с использованием двух сейсмо-инфразвуковых групп КоФ ФИЦ ЕГС РАН;
6. Развитие методологических основ дистанционного геофизического контроля проявлений деструктивных процессов в арктической криосфере, разработка способов распознавания наиболее опасных типов процессов (отколы айсбергов, подвижки ледников, обрушения и оползни, взрывные выбросы метана при нарушении стабильности газогидратных резервуаров) по данным сейсмологического и акустического (инфразвукового) мониторинга;
7. Проведение двух экспедиций в июне и октябре для регламентного обслуживания станций постоянной сети мониторинга, проведения полевых измерений временными сетями.

#### Ожидаемые результаты:

По результатам проводимых исследований ежегодно будут актуализироваться каталоги и карты пространственного распределения землетрясений в контролируемом регионе;

Будет получена детальная пространственно-временная характеристика сейсмического процесса района архипелага Шпицберген и западного сектора Арктической зоны Российской Федерации; будет дана оценка сейсмической опасности региона с учетом современного геодинамического режима тектонических линеаментов;

Будут развиты методы автоматического обнаружения процессов деструкции ледников с возможностью оценки айсбергогенного потенциала; будет разработана и апробирована методика непрерывного контроля импульсных возмущений инфразвукового поля в атмосфере Западной Арктики.

Практическая значимость ожидаемых результатов реализации данной научно-исследовательской работы заключается:

– в получении оценок геодинамического риска для планируемых к возведению шельфовых и береговых комплексов добычи, переработки и транспортировки углеводородных полезных ископаемых;

– на основе методов геофизического мониторинга и распознавания типов источников, связанных со сходом айсбергов в акваторию арктических морей может быть построена система раннего предупреждения о потенциальной айсберговой опасности.

Район работ: пос. Баренцбург, пос. Пирамида.

Период работ: июнь, сентябрь-октябрь.

Количество участников: 5

**Мероприятия Федерального государственного бюджетного научного учреждения  
«Полярный геофизический институт» (ПГИ):**

**Мероприятие 18. Проведение стационарных наблюдений за магнитными и оптическими явлениями на архипелаге Шпицберген, исследование геофизических процессов в высокоширотной атмосфере Земли**

Обеспечение российского научного присутствия на архипелаге Шпицберген является одним из стратегических приоритетов в политике Российской Федерации в Арктике. Стационарные наблюдения проводятся согласно программе ФНИ государственных академий наук на 2011-2025 гг. по направлениям Радиофизика и электроника, акустика, ядерная физика и астрономия и исследование космического пространства.

Объектом исследований является высокоширотная ионосфера и атмосфера Арктической зоны (архипелаг Шпицберген), непосредственно изучаются геофизические процессы и явления, солнечно-земные связи, а также электромагнитные поля в широком частотном диапазоне.

Уникальное положение архипелага Шпицберген позволяет проводить на базе обсерватории ПГИ «Баренцбург» непрерывные долговременные и регулярные стационарные наблюдения за магнитными и оптическими явлениями, происходящими в области дневного полярного каспа, полярной шапки и высокоширотной атмосферы, которые являются основой для исследования развития сложных процессов взаимодействия солнечного ветра с магнитосферой Земли и проявлений факторов космической погоды.

Естественные резонансные структуры электромагнитного поля в диапазоне от 0,01 Гц до 10 Гц несут информацию о состоянии высокоширотной внешней ионосферы, играющие важную роль в распространении электромагнитных волн и их применении при решении прикладных задач.

Современное научное оборудование для регистрации высокоэнергичных частиц, входящее в состав уникальной научной установки Российская национальная наземная сеть нейтронных мониторов (Сеть СКЛ), позволяет проводить регулярные наблюдения космических лучей. Результаты этих наблюдений играют важную роль в фундаментальных исследованиях характеристик космических лучей и в практических задачах мониторинга и диагностики геофизической обстановки в области высоких широт.

Высокоширотная ионосфера в полярной шапке и в области, примыкающей к авроральному овалу, отличается большой изменчивостью и сложной динамикой, обусловленной солнечно-земными связями и магнитосферными процессами. Положение обсерватории на архипелаге и применение современной научной аппаратуры расширяет область ионосферных исследований до полярной шапки и позволяет более детально и комплексно исследовать параметры высокоширотной ионосферы в различных гелиогеофизических условиях.

Оборудование и научная аппаратура для регистрации электромагнитных волн экстремально низкочастотного диапазона, размещенная в обсерватории делает возможным исследование характеристик распространения электромагнитных волн этого диапазона как естественного, так и антропогенного происхождения в области высоких широт и в полярной шапке.

Таким образом, задачами стационарных наблюдений являются:

- Исследование развития процессов взаимодействия солнечного ветра с магнитосферой Земли в области дневного полярного каспа, полярной шапки и высокоширотной ионосферы на базе обсерватории ПГИ «Баренцбург»;
- Исследование естественных резонансных структур в диапазоне от 0,1 Гц до 10 Гц;
- Исследование характеристик космических лучей;
- Исследование параметров высокоширотной ионосферы;
- Исследование характеристик распространения электромагнитных волн экстремально низкочастотного диапазона в высоких широтах.

Ожидаемые результаты.

Научная аппаратура, расположенная в обсерватории ПГИ «Баренцбург» позволяет получать гелиогеофизические данные на уровне мировых стандартов. На основе наблюдений и обработки полученных данных, проводятся фундаментальные научные исследования:

1. Создание банка данных мониторинга геофизических процессов и их архивация:
  - вариаций геомагнитного поля в широком диапазоне частот;
  - полярных сияний в темное время суток;
  - потоков космических лучей;
  - сигналов спутниковых навигационных систем для оценки состояния ионосферы радиотомографическим методом.
2. Результаты исследования особенностей естественных резонансных структур в шумовом геомагнитном фоне в диапазоне частот 0,1 Гц – 10 Гц на самой высокоширотной на сегодняшний день обсерватории института (в области каспа и полярной шапки).
3. Результаты исследования характеристик распространения в высоких широтах электромагнитного сигнала СНЧ-КНЧ диапазона как естественного, так и искусственного происхождения.
4. Результаты исследования особенностей в потоках космических лучей в начале очередного цикла солнечной активности.
5. Характеристики изменения амплитуды и фазы сигналов спутниковых навигационных систем, регистрируемых на арх. Шпицберген, в зависимости от геофизических процессов и неоднородностей в полярной шапке и авроральном овале.
6. Статистическое обоснование того, что измерения на гидрометеорологической обсерватории «Баренцбург», как самые продолжительные среди всех других метеорологических станций Шпицбергена, должны быть базовыми для оценок долговременных изменений климата на Шпицбергене (совместно с Мурманским УГМС).
7. Техническое обслуживание измерителей электромагнитного поля, радиоприемников СНС, оптической аппаратуры и нейтронного монитора в обсерватории ПГИ «Баренцбург».

Район работ: окрестности поселков Баренцбург, Пирамида и акватория залива Исфьорд;

Период работ: сентябрь;

Количество участников: 7.

**Мероприятия Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Института археологии Российской академии наук (ИА РАН):**

**Мероприятие 19. Сохранение и исследование памятников российского культурно-исторического наследия на архипелаге Шпицберген**

Сохранение и исследование памятников российского культурно-исторического наследия на архипелаге Шпицберген (Норвегия) включает выявление, систематизацию, научное описание, реставрацию, консервацию, в первую очередь, памятников российского историко-культурного наследия на архипелаге Шпицберген.

Цели:

Исследование археологических памятников Западного Шпицбергена (XVI–начала XX вв.), выявление и спасение археологических памятников русского культурно-исторического наследия. Это включает следующие задачи:

– Геоархеологические исследования памятников: поморские становища, погребения, остатки крестов и судов, связанных с арктическим мореплаванием, а также постройки, оставленные норвежскими трапперами и объекты раннего угледобывающего производства, в т.ч. и советского времени.

– Камеральная обработка археологических находок из коллекции поморских становищ Шпицбергена, которые хранятся в фондах музея п. Лонгйирбюена (Свальбардмузеум).

Полевые работы продолжат исследования 2021 года и будут проводиться на северном побережье залива Исфьорд (совместно с ВНИИОкеангеология), где планируется исследование известных ранее археологических памятников и проведение мониторинга с использованием квадрокоптера.

Запланированные полевые исследования могут корректироваться в зависимости от организационных, гидрометеорологических и других обстоятельств.

Ожидаемые результаты:

1. В результате исследований будут получены новые археологические и письменные (архивные) данные, показывающие степень активности русского промыслового населения (поморов) в процессе освоения архипелага в Новое время.

2. Подтверждение приоритета русского населения в освоении Шпицбергена в XVIII–нач. нач. XIX в.

3. Использование результатов исследования при подготовке научных статей и докладов для российских и международных симпозиумов, предполагается публикация 2 статей в рецензируемых журналах.

4. Развитие музейного дела будет способствовать популяризации науки и укреплению российского присутствия на архипелаге Шпицберген.

Район работ: северное побережье залива Исфьорд;

Период проведения полевых работ: июль – сентябрь;

Количество участников: 4-5 человек.

**Мероприятия Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Института физики атмосферы им. А.М. Обухова Российской академии наук (ИФА  
РАН)**

**Мероприятие 20. Исследование энерго- и газообмена, а также структуры  
атмосферного пограничного слоя в прибрежных районах Шпицбергена**

Цель исследования: разработка параметризаций для расчета характеристик взаимодействия атмосферы и поверхности над сложным рельефом в полярных районах и исследование микроклимата прибрежных территорий с неоднородным рельефом.

Задачи:

- Измерения характеристик приземного слоя атмосферы над открытой поверхностью и над ледником: исследование трансформации воздушного потока на границе берег-море;
- Исследование структуры и динамики атмосферного пограничного слоя, а также структуры подстилающей поверхности с использованием беспилотных летательных аппаратов.
- Исследование влияния заселенных территорий на климат окружающих регионов.

Предполагается установка оборудования по измерению метеорологических характеристик атмосферы и температурных характеристик поверхности в окрестности Баренцбурга. С использованием беспилотных летательных аппаратов планируется исследование структуры пограничного слоя атмосферы в различных условиях.

Ожидаемые результаты:

1. Разработка и верификация модели трансформации воздушного потока при переходе с берега сложной структуры на поверхность фьорда на основе полученных данных.
2. Результаты исследования структуры ветра над неоднородным рельефом.
3. Изучение свойств атмосферного пограничного слоя над ледниками.

Район работ: окрестности зал. Грэнфьорд;

Период работ: август-сентябрь;

Количество участников: 3.

#### **IV. Механизм реализации программы, включающий в себя механизм управления программой и механизм взаимодействия государственных заказчиков**

Российские исследования и работы на архипелаге Шпицберген носят комплексный характер и включают различные, связанные между собой, направления и задачи, реализация и решения которых требует координации деятельности федеральных органов власти и организаций различного профиля. Программный подход в разработке стратегии исследований и работ, мероприятий по её реализации и их выполнение является наиболее эффективным инструментом достижения целей государственной политики на архипелаге Шпицберген и в целом в Арктике, «Стратегии российского присутствия на архипелаге Шпицберген до 2030 г.» и отстаивании интересов Российской Федерации, определенных в «Основах государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года».

Сохранение и укрепление позиций России на архипелаге Шпицберген на основе системного подхода является важнейшей целью.

Основополагающими принципами планирования и финансирования научной деятельности на архипелаге Шпицберген в бюджетных целевых программах должны являться:

- проведение научных исследований, мониторинга окружающей среды и выполнение природоохранных мероприятий, являющихся главным содержанием деятельности на архипелаге Шпицберген по обеспечению геополитических интересов Российской Федерации в этом регионе;
- реализация системного подхода к развитию деятельности на архипелаге Шпицберген;
- сочетание долгосрочных наблюдений с краткосрочными и среднесрочными программами исследований и работ на архипелаге Шпицберген;
- обеспечение баланса геополитических, перспективных и текущих ресурсных интересов с научной и практической деятельностью на архипелаге Шпицберген;
- взаимодействие и координация усилий в вопросах формирования и реализации арктической политики органов государственной власти в проведении научных исследований и вопросах охраны окружающей среды.



## **V. Оценка социально-экономической и экологической эффективности программы**

Климатические исследования в Арктике важны как для оценки перспектив развития отраслей хозяйства, так и для принятия решений по таким международным соглашениям как Киотский Протокол. Исследование озонового слоя важно для понимания механизмов возникновения «озоновой дыры» в Северном полушарии и оценки негативного влияния ультрафиолетового излучения на человека в полярных областях Земли. Гелиогеофизические исследования являются основой для разработки рекомендаций по охране здоровья на случай экстремальных отклонений гелиогеофизических параметров. Оценка и прогноз геодинамического риска, геофизический мониторинг и распознавание схода айсбергов имеют практическое значение при планировании к возведению шельфовых и береговых комплексов добычи, переработки и транспортировки углеводородных полезных ископаемых.

Реализация настоящей Программы позволит обеспечить национальные интересы Российской Федерации на архипелаге Шпицберген в соответствии с нормами и принципами международного права, основными направлениями внешней и внутренней политики Российской Федерации за счет:

- развития комплексных научных исследований архипелага Шпицберген, в особенности выполнения исследований и работ по определению роли и места западного сектора Арктики, и в частности архипелага Шпицберген, в глобальных климатических изменениях;
- охраны окружающей среды архипелага Шпицберген;
- выявления минерально-сырьевого потенциала архипелага и новых видов перспективных полезных ископаемых;
- повышения эффективности научных исследований за счет расширения, модернизации и переоснащения экспедиционной и лабораторной базы, внедрения новых технологий наблюдений и оперативной обработки данных и развития математических моделей;
- расширения и тесного взаимодействия научных коллективов, увеличения числа научно-исследовательских учреждений, привлекаемых к арктическим исследованиям, расширения тематики исследований, привлечения молодых ученых;
- обеспечения активного участия России в международном сотрудничестве на архипелаге Шпицберген в двусторонних и многосторонних международных программах.

Специфика Программы обуславливает особый подход к оценке ее эффективности. Эффективность программы определяется эффективностью восстановления и поддержания активного присутствия России на архипелаге Шпицберген для осуществления ее долгосрочных национальных интересов. Реализация комплекса исследований позволяет России сохранить свои позиции на архипелаге Шпицберген и претендовать на сохранение роли влиятельного участника текущих и будущих событий в Баренцевоморском регионе. В противном случае неизбежно произойдет утрата Россией ее позиций на архипелаге Шпицберген и, в конечном итоге, полное вытеснение нашей страны из этого региона.

Экономическая эффективность хода реализации программы определяется эффективностью выполнения «Основ государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года», утвержденных Президентом Российской Федерации 05.03.2020 г. № Пр-164, среди которых – наращивание деятельности по проведению фундаментальных и прикладных научных исследований в Арктике, осуществление комплексных экспедиционных исследований в Арктике, обеспечение российского присутствия на архипелаге Шпицберген. Реализация этих задач обеспечит геополитические и научные интересы России на архипелаге Шпицберген.

**Целевые индикаторы и показатели программы научных наблюдений и исследований на архипелаге Шпицберген (мероприятия 1 – 20)**

Целевые индикаторы и показатели	2021 год фактические	2022 год планируемые
Количество публикаций в реферируемых изданиях (в том числе планируемых к опубликованию в научных журналах, индексируемых в базе данных Scopus и базе данных «Сеть науки» (WEB of Science)), содержащих результаты научной деятельности, полученные в рамках выполнения проектов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, в год (единиц)	45	43
Прирост объема информации о природной среде архипелага Шпицберген (в том числе данные постоянных метеорологических, спутниковых и геофизических наблюдений) в год (гигабайт)	17800	18000
Количество молодых ученых (специалистов) ВУЗов, студентов и аспирантов	28	20
Количество зарегистрированных результатов интеллектуальной деятельности, в том числе направленных на государственную регистрацию	0	0

### Безопасность

Все участники экспедиций проходят в своих организациях обязательный инструктаж по охране труда и технике безопасности при проведении экспедиционных работ.

При проведении научных исследований и наблюдений неукоснительно соблюдаются положения Закона об охране природной среды архипелага Шпицберген, а также других законодательных актов, действующих на архипелаге.

Полевые группы обеспечиваются телефонами мобильной спутниковой связи и средствами защиты от белых медведей.

Все участники экспедиций при выезде на полевые работы обеспечиваются персональными аварийными маячками. Пользование маячками является обязательным при нахождении вне населенных пунктов Шпицбергена согласно норвежским законам. Для поддержания маячка в режиме постоянной готовности требуется ежегодно вносить абонентскую плату в размере 600 норвежских крон за одну штуку Агентству почты и телекоммуникаций Норвегии (из средств ФГБУ «АНИИ» и других организаций).

### Связь

Для обеспечения передачи научной информации, служебной и частной корреспонденции в п. Баренцбург участниками РНЦШ могут использоваться:

- Высокоскоростной интернет-канал (10 Мбит/сек), предоставляется ФГБУ «АНИИ» норвежской компанией Telenor Norge AS в соответствии с заключенным между ними контрактом;

- Высокоскоростные интернет-каналы (1-2 Мбит/сек), предоставляемые российским организациям, работающим на архипелаге Шпицберген, ФГУП «ГТ «Арктиуголь» в соответствии с заключенными между ними договорами о возмездном предоставлении услуг.

Для оперативной связи с экспедиционными группами и между участниками экспедиции будут использоваться во время полевых выездов:

- Мобильная спутниковая связь, через систему спутниковой связи IRIDIUM при помощи телефонов IRIDIUM 9555 Motorola;

- УКВ-связь, при помощи станций переносных УКВ радиостанций ICOM-M32.

### Отчётность о проведённых работах и использование результатов исследований

Научно-технические отчеты о проведенных научных исследованиях и наблюдениях готовятся и передаются вместе с первичными материалами в соответствии с действующими в организациях-организаторах работ регламентами.

Отчет о выполнении ежегодной Межведомственной программы научных исследований и наблюдений на архипелаге Шпицберген готовит РАЭ-Ш ФГБУ «АНИИ» на основании отчетов организаций-участников РНЦШ.

Отчеты организаций высылаются в электронном виде в адрес РАЭ-Ш ФГБУ «АНИИ» (rae-s@ari.ru) до 20 октября 2022 г.

Результаты исследований используются организациями-участниками РНЦШ самостоятельно в соответствии с действующими в организациях правилами. В случае выполнения исследований совместно, между организациями подписываются соглашения, определяющие порядок использования материалов, полученных в ходе работы.