

Будущее арктических экспедиций в области наук о Земле

чл.-корр. РАН Собисевич А.Л., ИФЗ РАН



Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации

УТВЕРЖДЕНА
Указом Президента
Российской Федерации
от 1 декабря 2016 г. № 642

СТРАТЕГИЯ научно-технологического развития Российской Федерации

I. Общие положения

1. Настоящей Стратегией определяются цель и основные задачи научно-технологического развития Российской Федерации, устанавливаются принципы, приоритеты, основные направления и меры реализации государственной политики в этой области, а также ожидаемые результаты реализации настоящей Стратегии, обеспечивающие устойчивое, динамичное и сбалансированное развитие Российской Федерации на долгосрочный период.

2. Правовую основу настоящей Стратегии составляют Конституция Российской Федерации, Федеральный закон от 28 июня 2014 г. № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации», другие федеральные законы и иные нормативные правовые акты Российской Федерации.

3. Настоящая Стратегия направлена на научное и технологическое обеспечение реализации задач и национальных приоритетов Российской Федерации, определенных в документах стратегического планирования, разработанных в рамках целеполагания на федеральном уровне.

4. В настоящей Стратегии используются следующие основные понятия:

а) научно-технологическое развитие Российской Федерации - трансформация науки и технологий в ключевой фактор развития России и обеспечения способности страны эффективно отвечать на большие вызовы;

б) большие вызовы - объективно требующая реакции со стороны государства совокупность проблем, угроз и возможностей, сложность и масштаб которых таковы, что они не могут быть решены,

Значимые с точки зрения научно-технологического развития РФ большие вызовы, среди них:

«необходимость эффективного освоения и использования пространства, в том числе путем преодоления диспропорций в социально-экономическом развитии территории страны, а также укрепление позиций России в области экономического, научного и военного освоения космического и воздушного пространства, Мирового океана, Арктики и Антарктики».

Первое знакомство с историей Русской полярной экспедиции Э.В. Толля

Владимир Афанасьевич Обручев – Академик АН СССР, русский и советский геолог, писатель-фантаст и популяризатор науки, автор термина «неотектоника» и романа «Земля Санникова» (1924).



«А ВСЕ-ТАКИ ОНА СУЩЕСТВУЕТ!»

Первая половина торжественного заседания ученого общества, посвященного сообщениям членов экспедиции, снаряженной для поисков пропавшего без вести барона Толля и его спутников, подходила к концу. На кафедре, у стены, украшенной большими портретами сановных покровителей и председателей общества, находился морской офицер, совершивший смелое плавание в вельботе¹ через Ледовитое море с Новосибирских островов на остров Беннетта, на который высадился барон Толль, оттуда не вернувшийся. Мужественное лицо докладчика, обветренное полярными непогодами, оставалось в полутени зеленого абажура лампы, освещавшей рукопись его доклада на кафедре и его флотский мундир с золотыми пуговицами и орденами.

За длинным столом перед кафедрой, покрытым зеленым сукном, заседали члены Совета общества—все видные ученые и известные путешественники, проживавшие в северной столице. В середине сидел председатель. Закрыв глаза, он, казалось, дремал под журчание голоса докладчика. Небольшой зал был переполнен.

В поисках «Земли Санникова» – выставка в Президиуме РАН

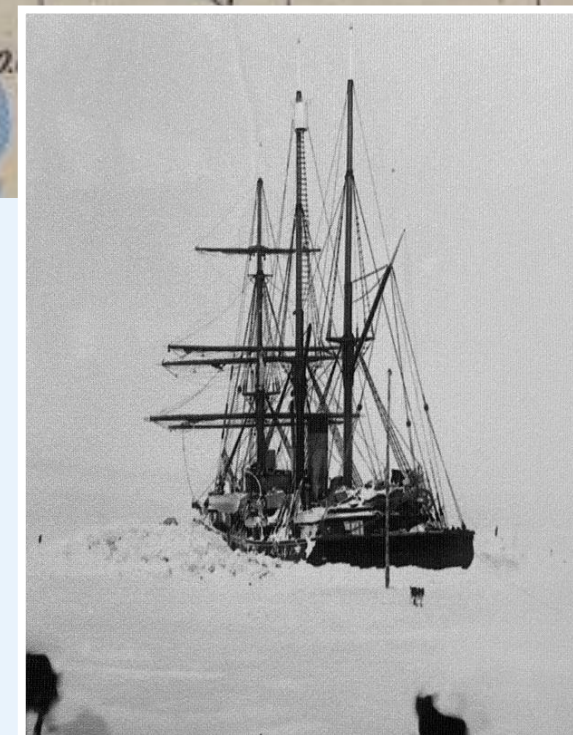


Поиски призрачной Земли Санникова в 1900 – 1902 гг. закончились гибелью Эдуарда Васильевича Толля.

Полярная экспедиция должна была выяснить условия плавания вдоль берегов Сибири, оценить возможности промыслового дела в Арктике и закрепить за Россией новооткрытые острова.

Учёный-романтик Э. В. Толль заинтересовал своим проектом президента Академии наук, что позволило придать ему статус важного государственного предприятия.

Исследования экспедиции имели большое значение для последующего изучения Северного морского пути. Существенно обогатили науку монография «Лед Карского и Сибирского морей» и карта участков Карского моря, подготовленные гидрографом экспедиции, впоследствии адмиралом, А. В. Колчаком.

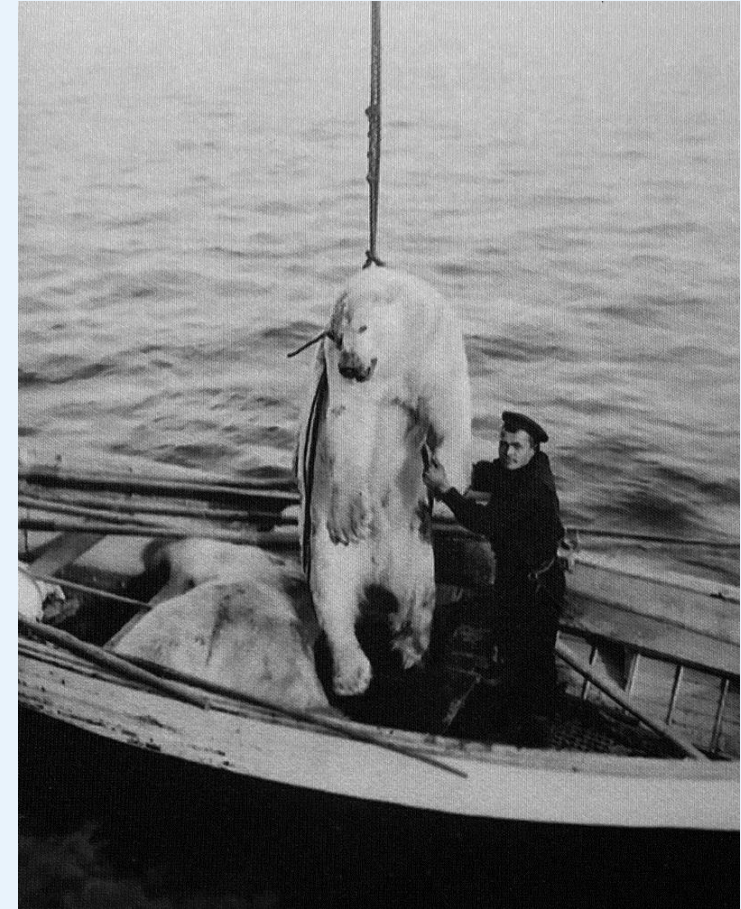


Скопление снега у бортов «Зари». Западный Таймыр. Первая зимовка. 18 мая 1901 г.

В поисках «Земли Санникова» – выставка в Президиуме РАН



Александр Васильевич Колчак (1874 – 1920) – океанограф и помощник магнитолога экспедиции. В кают-компаниии яхты «Заря». Западный Таймыр. Первая зимовка. 1900 – 1901 г.



Будни полярников.
Устье Енисея, в гавани Диксона.
Белые медведи. 1900 г.

Остров Беннетта – наша книга и первое знакомство с экспедициями РГО

Масуренков Ю.П., Собисевич А.Л., Петрова В.В.,
Слёзин Ю.Б., Флёров Г.Б., Шувалов Р.А.,
Кузьмин Ю.Д., Овсянников А.А.

СОВРЕМЕННАЯ АКТИВНОСТЬ ЭНДОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ У ОСТРОВА БЕННЕТТА (АРХИПЕЛАГ ДЕ ЛОНГА, АРКТИКА)



В коллективной монографии представлены результаты изучения аномальных процессов, которые связаны с наблюдаемыми мощными газовыми шлейфами у острова Беннетта (Арктика, Россия, архипелаг Де Лонга). Впервые эти явления наблюдались в течение 1973 – 1986 гг.

В основу книги положены данные результатов исследований, полученных российскими учеными при проведении комплексных экспедиционных работ в районе архипелага Де Лонга. Установлено место вероятных источников, определяющих флюидную активность в регионе. Они представлены в основном подводными конусами предположительно базальтовых излияний, появление которых датируется интервалом времени от 1974 по 1983 гг.

Поднятые вблизи от конусов и исследованные в лабораторных условиях железомарганцевые конкреции (ЖМК) по составу идентичны гидротермальным образованиям активных вулканических зон. Ритмичность газовых извержений сопоставима с изменением скорости вращения Земли и подобна ритмичности вулканического процесса, а мощность извержений адекватна средней мощности образования базальтовых конусов. Подтверждается ранее высказанная вулканическая гипотеза происхождения беннеттских газовых шлейфов.

Книга рассчитана на широкий круг специалистов в области наук о Земле, вулканологии и сейсмологии.

Организация первой научной дрейфующей станции «Северный полюс»



Академик АН СССР
О.Ю. Шмидт

Дрейфующая станция СП-1 — первая в мире советская полярная научно-исследовательская дрейфующая станция.

Высадка экспедиции на лёд была выполнена **21 мая 1937 года** (в День полярника).

Организатор – О.Ю.Шмидт, разработал математические методы определения направления и скорости дрейфа льдов.

База экспедиции на о. Рудольфа (ЗФИ).

Научные результаты, полученные в уникальном дрейфе, были представлены Общему Собранию АН СССР 6 марта 1938 года и получили высокую оценку специалистов.

Всем участникам экспедиции были присвоены учёные степени докторов географических наук и звания Героев Советского Союза, они были приняты в Государственное географическое общество (ныне – РГО) в качестве почётных членов.

Иван Дмитриевич Папанин

(руководитель станции СП-1),

Евгений Константинович Фёдоров

(метеоролог и геофизик),

Эрнст Теодорович Кренкель

(радист),

Пётр Петрович Ширшов

(гидробиолог и океанограф).

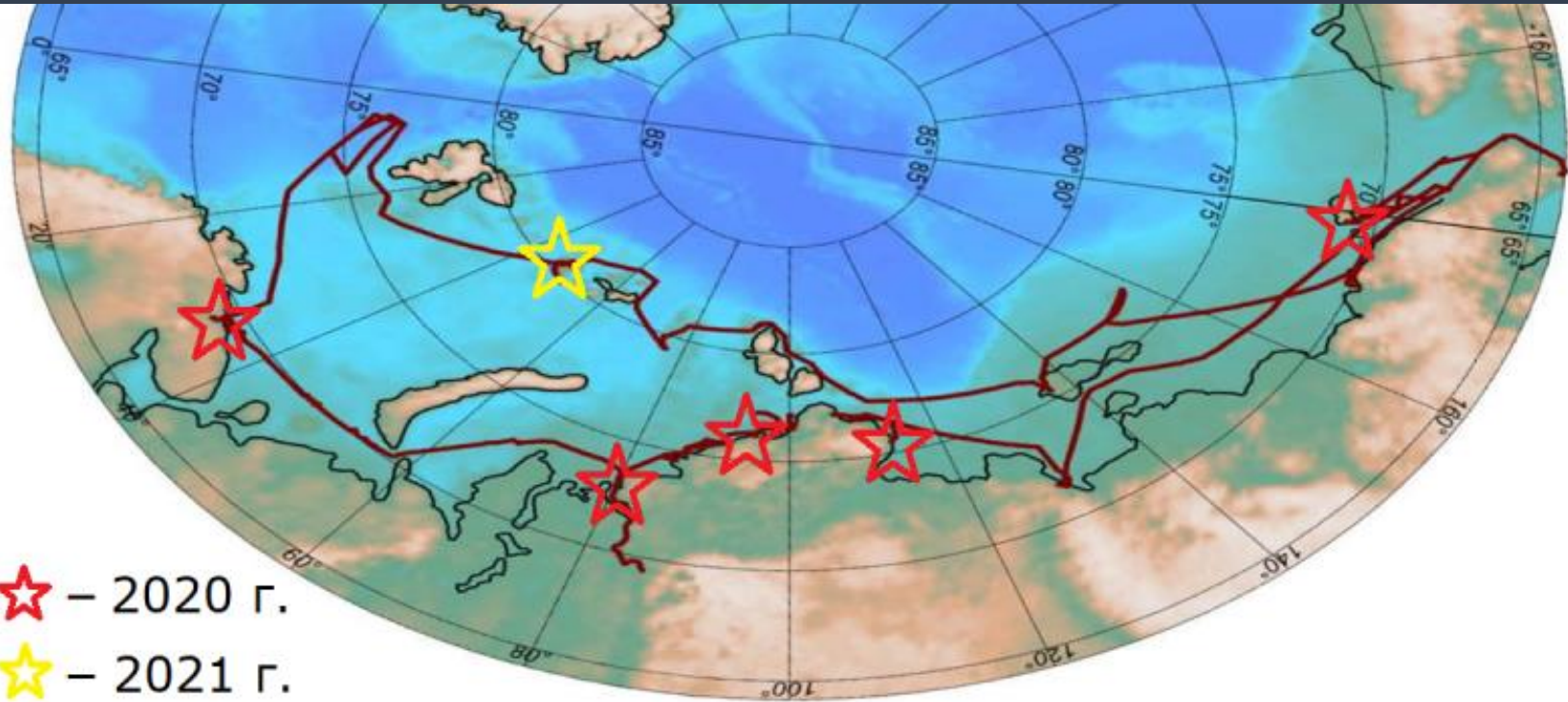
274 дня в дрейфе, более 2000 км от СП до берегов Гренландии.



Экспедиция СФ и РГО «На Арктических архипелагах» (2020 – 2021)

Ледокол «Илья Муромец»

Во время стоянки у полуострова Большой Котельный участники экспедиции посетили место, откуда начиналась история исследований Русской полярной экспедиции.

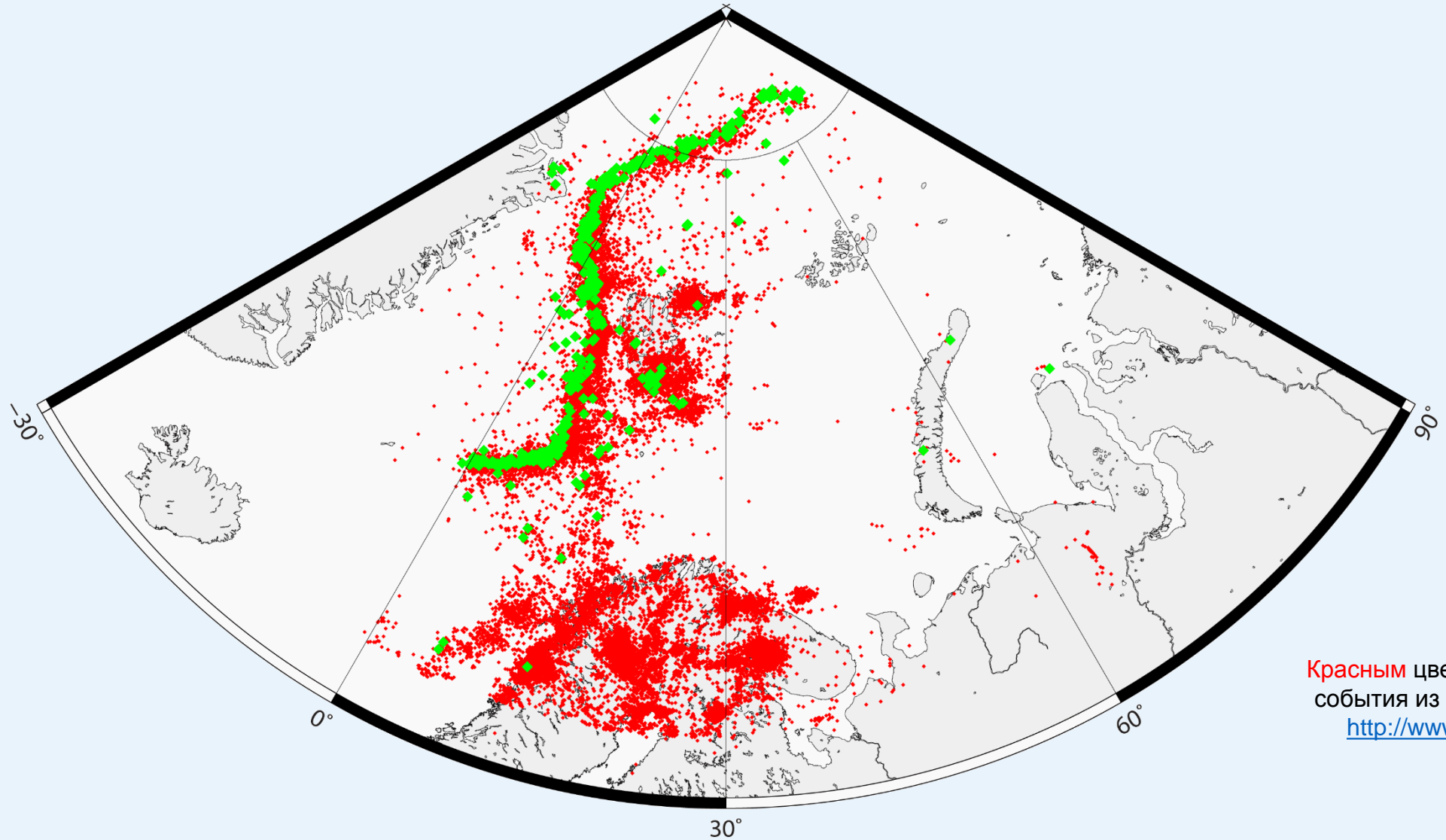


20000 км,
3 океана, 8 морей, 33 высадки,
3 потопленных БПЛА,
39000 моржей

Экспедиция 2020 года.
Фото: Леонид Круглов.



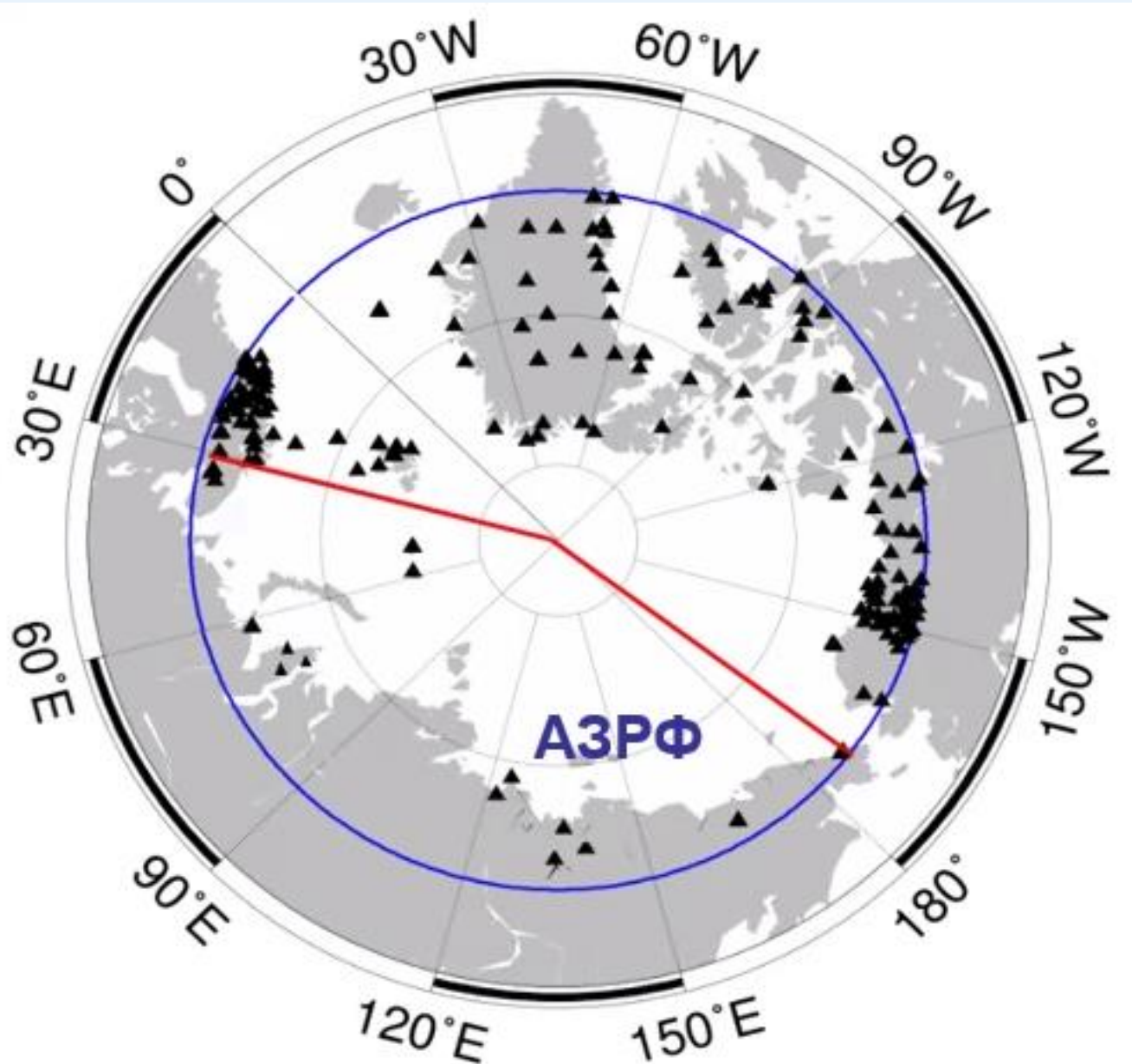
Многолетние сейсмологические наблюдения в Арктике



Красным цветом показаны
события из каталога ISC:
<http://www.isc.ac.uk/>

По материалам: Johannes Schweitzer; Berit Paulsen; Galina N. Antonovskaya; Andrey V. Fedorov; Yana V. Konechnaya; Vladimir E. Asming; Myrto Pirlı.
A 24-yr-long seismic bulletin for the European Arctic // Seismological Research Letters. 2021. 92(5). Pp. 2758 – 2767.
<https://doi.org/10.1785/0220210018>, <https://elibrary.ru/item.asp?id=47099887>

«Заселённость» северных территорий сейсмическими станциями



По данным Геофизической службы РАН за 100 лет инструментальных наблюдений на шельфе АЗРФ не было зарегистрировано ни одного тектонического землетрясения с магнитудой более 4 (2008).

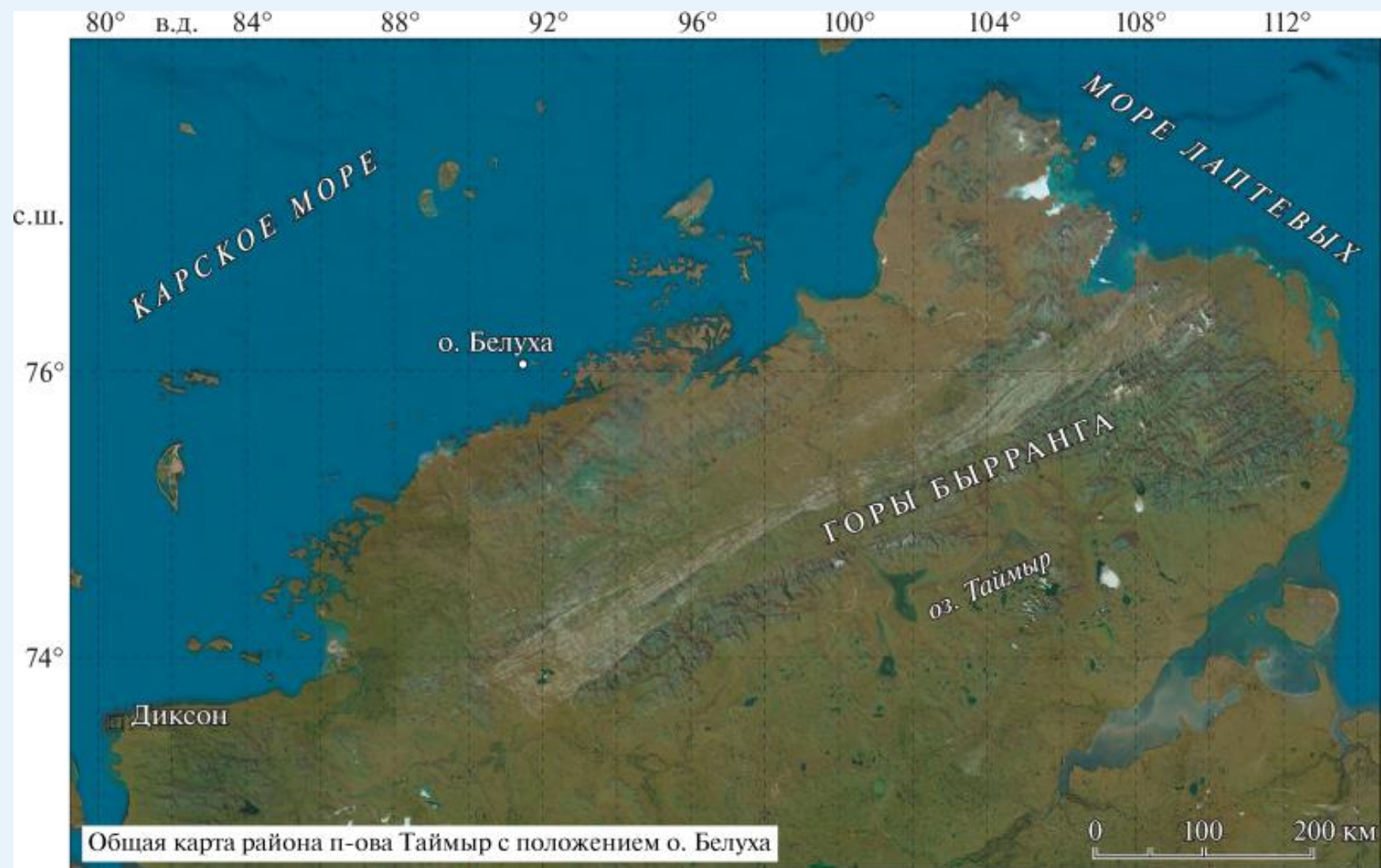
Фундаментальные исследования закономерностей геолого-геодинамической эволюции природно-технических систем в Баренцевоморской и Карской нефтегазоносных провинциях.

По материалам: Johannes Schweitzer; Berit Paulsen; Galina N. Antonovskaya; Andrey V. Fedorov; Yana V. Konechnaya; Vladimir E. Asming; Myrto Pirl. A 24-yr-long seismic bulletin for the European Arctic // Seismological Research Letters. 2021. 92(5). P. 2758 – 2767.
<https://doi.org/10.1785/0220210018>,
<https://elibrary.ru/item.asp?id=47099887>

Новые данные о сильных землетрясениях в АЗРФ (остров Белуха)

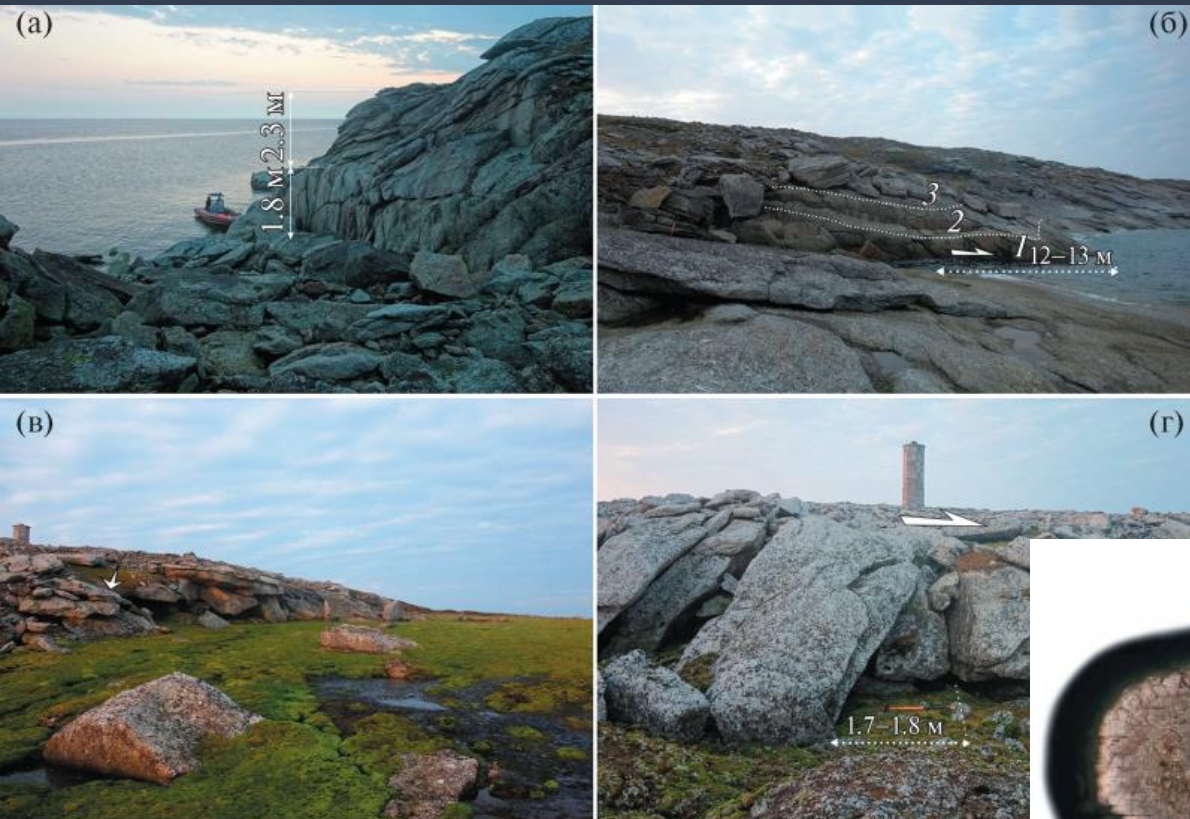
В рамках экспедиции Северного флота и Русского географического общества на арктические архипелаги в 2020 году проведены комплексные геолого-геофизические исследования следов сильных землетрясений на Таймыре и впервые выявлены ранее неизвестные сейсмические очаги. Из-за естественной труднодоступности, сурового климата и слабой заселенности Арктическая зона Российской Федерации недостаточно глубоко изучена и в плане оценки сейсмической опасности.

Основные морфологические параметры сеймотектонических нарушений (длина, величина и кинематика смещений) определяются непосредственными измерениями деформаций молодых отложений и форм рельефа.



Овсюченко А.Н., Собисевич А.Л., Ляменков М.В., Жостков Р.А. Новые данные о сильных землетрясениях в Арктической зоне Российской Федерации по результатам геолого-геофизических исследований на острове Белуха // Доклады РАН. 2021. Т. 499. № 1. С. 60 – 64. DOI: 10.31857/S2686739721070070

Новые данные о сильных землетрясениях в АЗРФ (остров Белуха)



Молодые сейсмотектонические разрывы на о. Белуха:

А — разновозрастные поверхности смещения на западном выходе разрыва к морю, вид на северо-запад.

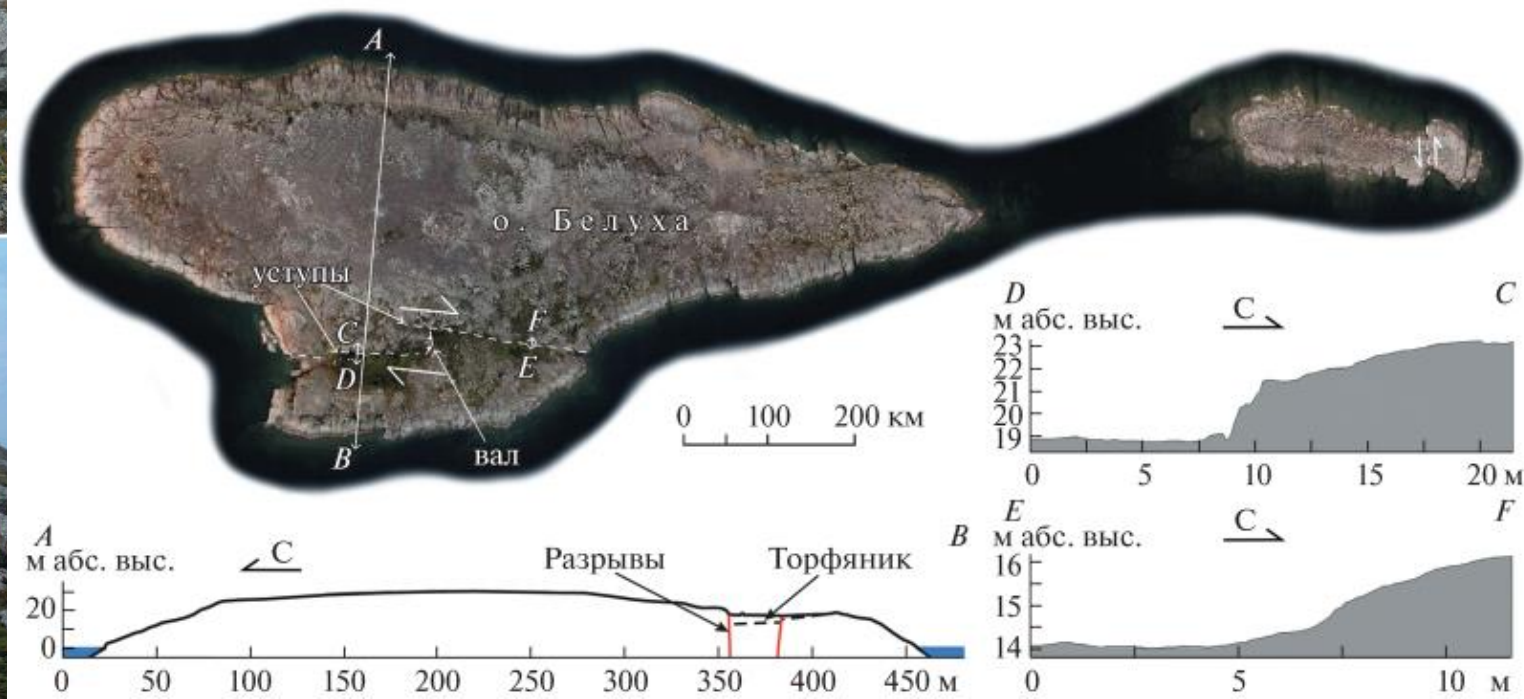
Б — смещение бенча на восточном выходе разрыва к морю, вид на север.

В — сейсмотектонический уступ с горизонтальным смещением крупных глыб, косо по отношению к простиранию уступа, вид на северо-восток, профиль С-Д.

Г — горизонтальное смещение плиты, сползшей с новообразованного уступа в результате последней подвижки, вид на север в районе профиля Е-Ф.

Д — сейсмический выброс крупных глыб в горизонтальном направлении, вид на север в районе профиля Е-Ф.

Фотоплан о. Белуха с профилями острова и тектонических уступов по данным аэрофотосъемки



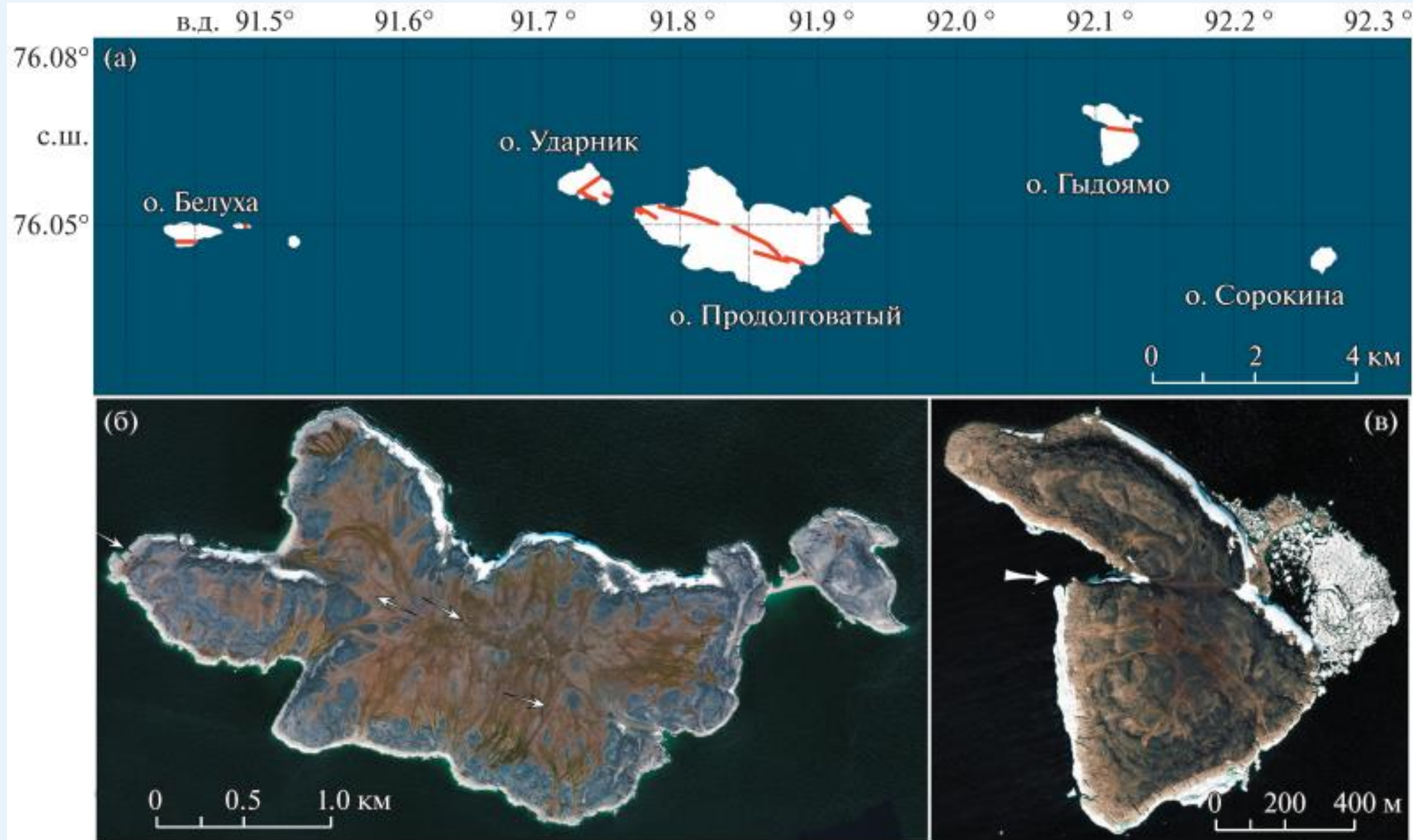
Новые данные о сильных землетрясениях в АЗРФ (остров Белуха)

У северо-западного побережья Таймыра, в районе острова Белуха выявлен фрагмент сейсмотектонического разрыва правосдвиговой морфологии, который по космическим снимкам прослежен и на соседних островах.

А — схема молодых тектонических разрывов в районе о. Белуха (красные линии).

Б — молодые тектонические разрывы (показаны стрелками) на о. Продолговатый.

В — молодой тектонический разрыв (правый сдвиг) на о. Гыдоямо.



Новые данные о сильных землетрясениях в АЗРФ (остров Белуха)

Полученные данные дают основание полагать, что о. Белуха пересечён активным разломом — очагом неоднократных сильных землетрясений прошлого интенсивностью $I_0 = 9 - 10$ баллов ($M = 7.0 - 7.5$), примерный возраст событий — первые сотни – тысячи лет.

На острове выявлен лишь небольшой фрагмент крупной сейсмогенерирующей структуры, размеры которой, судя по параметрам смещений, могут достигать десятков километров и более. Аналогичные молодые тектонические разрывы прослежены и на соседних островах, расположенных на удалении до 20 км.

Подобные исследования в районе п-ова Таймыр ранее не проводились, а их результаты представляют фундаментальный научный интерес для решения практически значимых задач по оценке сейсмической опасности, а также при разработке разномасштабных геодинамических моделей Арктической зоны Российской Федерации.





Горы Бырранга — самая северная горная система в России и самая северная материковая горная система на планете, протяжённость 1100 км, высота — чуть более километра и продолжают расти на 1–3 мм в год. До сих пор остаются одними из самых малоизученных. Кочевники-нганасаны считали, что эти каменные стены — граница с потусторонним миром, и всячески обходили их стороной.

Экспедиция 2020 года. Фото: Леонид Круглов.

Подготовка программы очередной дрейфующей экспедиции СП-41

Начиная с 2019 года идёт подготовка научной программы исследований на дрейфующей полярной станции «Северный полюс – 2022» (СП-41, на базе НЭС «Академик Трешников») под общим названием:

«Фундаментальные и прикладные научные исследования геосфер в интересах устойчивого развития Арктики»

«Геофизический блок» программы комплексных научных исследований дрейфующей полярной станции сформирован при участии ведущих научных организаций нашей страны и направлен на создание научных основ (в том числе – перспективного задела) для ответа на большие вызовы стратегии научного и экономического освоения минерально-сырьевых ресурсов АЗРФ, геоэкологической безопасности жизнедеятельности, а также развития международного сотрудничества по линии научной дипломатии.

Количество организаций-участников: 58,
в том числе Росгидромет (5), Росатом (3), РАН (28)
Минприроды (1), Минздрав (3), Минтранс (1), ВУЗы
(11) и другие.

Министерство природных ресурсов
и экологии Российской Федерации

Федеральная служба
по гидрометеорологии
и мониторингу окружающей среды

Межрегиональная
общественная организация
«Ассоциация полярников»

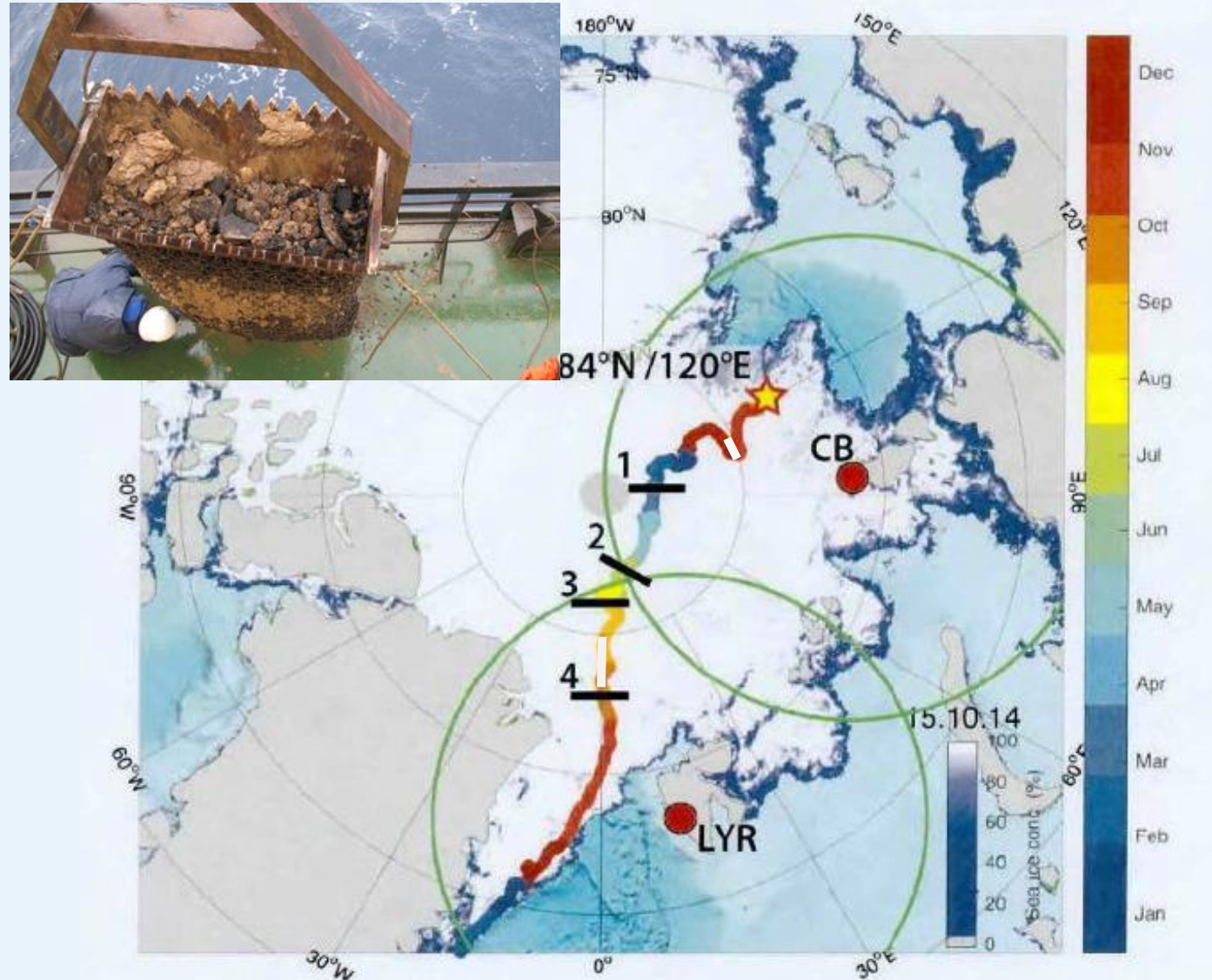


Современная тектоника и магматизм хребта Гаккеля (проект ГИН РАН)

Современные тектонические, вулканические и гидротермальные явления в осевой части ультрамедленного спредингового хребта Гаккеля (в силу труднодоступности изучен слабо, особенно в плане опробования).

Опробование планируется произвести методом драгирования на глубинах 3 – 5 км. Будут получены новые знания о роли продуктов вулканизма и гидротермальной деятельности.

Далее петро-геохимическое, изотопное, минералогическое, изотопно-геохронологическое изучение образцов магматических пород позволит определить особенности состава мантийных источников расплавов, условия магмогенерации, дифференциации расплавов в ходе их подъёма, механизмы излияния расплавов и их кристаллизации внутри коры, масштаб гидротермальных явлений.

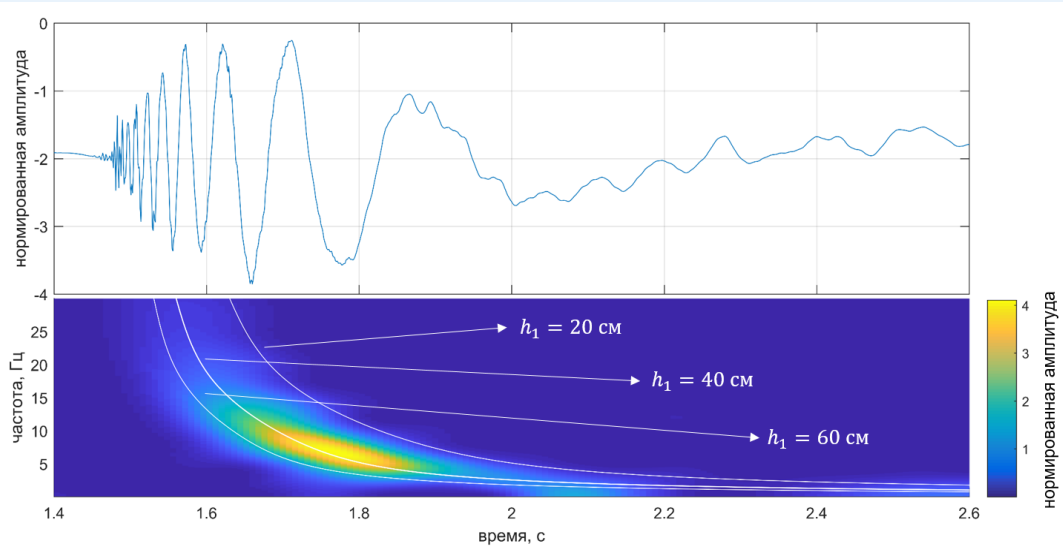
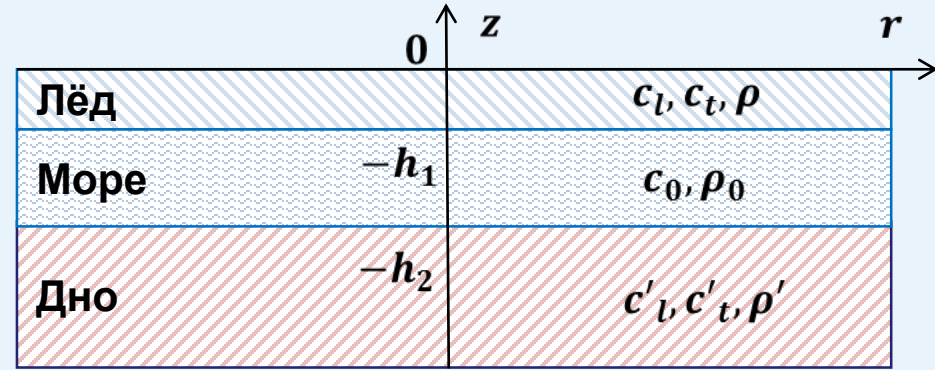


Предполагаемая траектория дрейфа СП-41 и участки возможного пересечения хребта Гаккеля

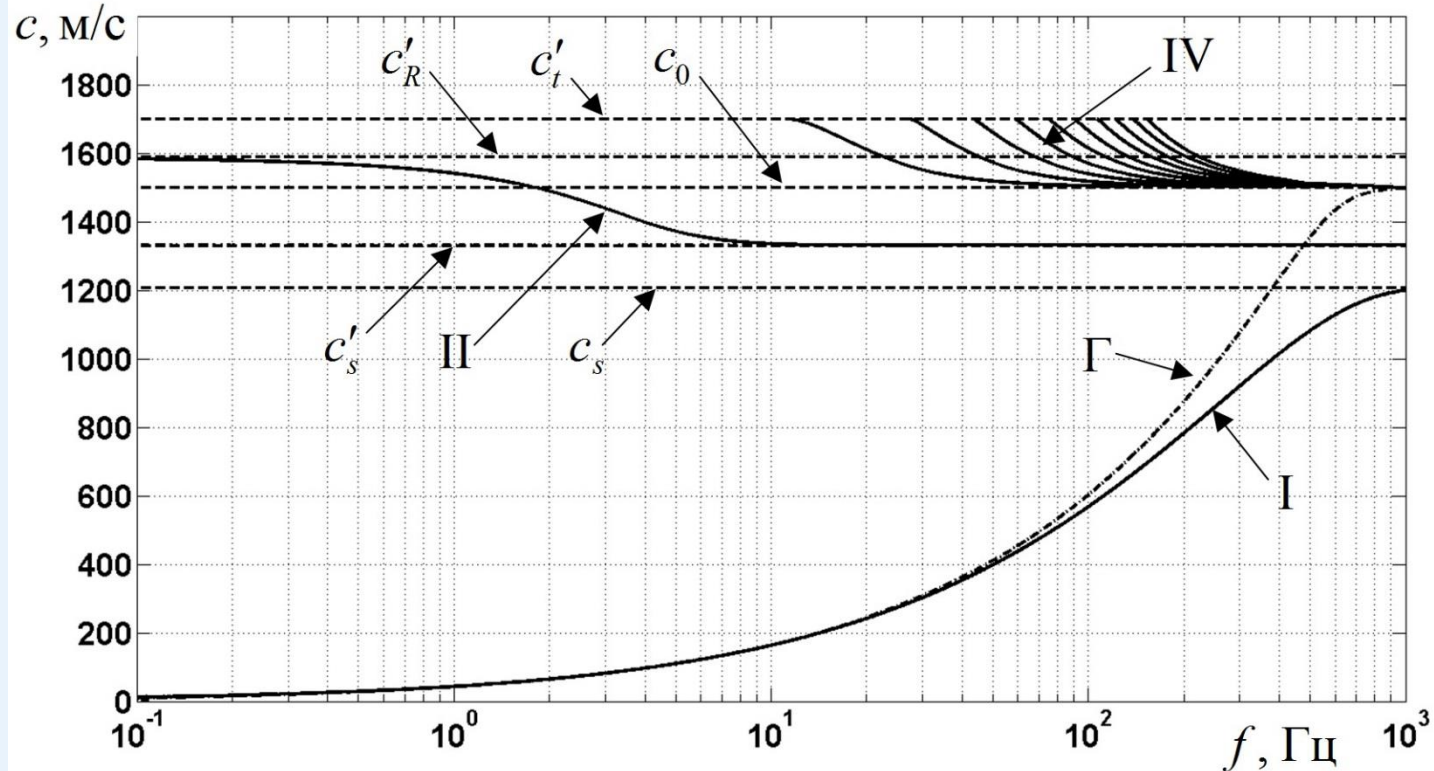
Сейсмогидроакустические исследования на дрейфующих льдах

Модель: «упругий слой – жидкий слой – упругое полупространство». Модовый состав волнового поля:

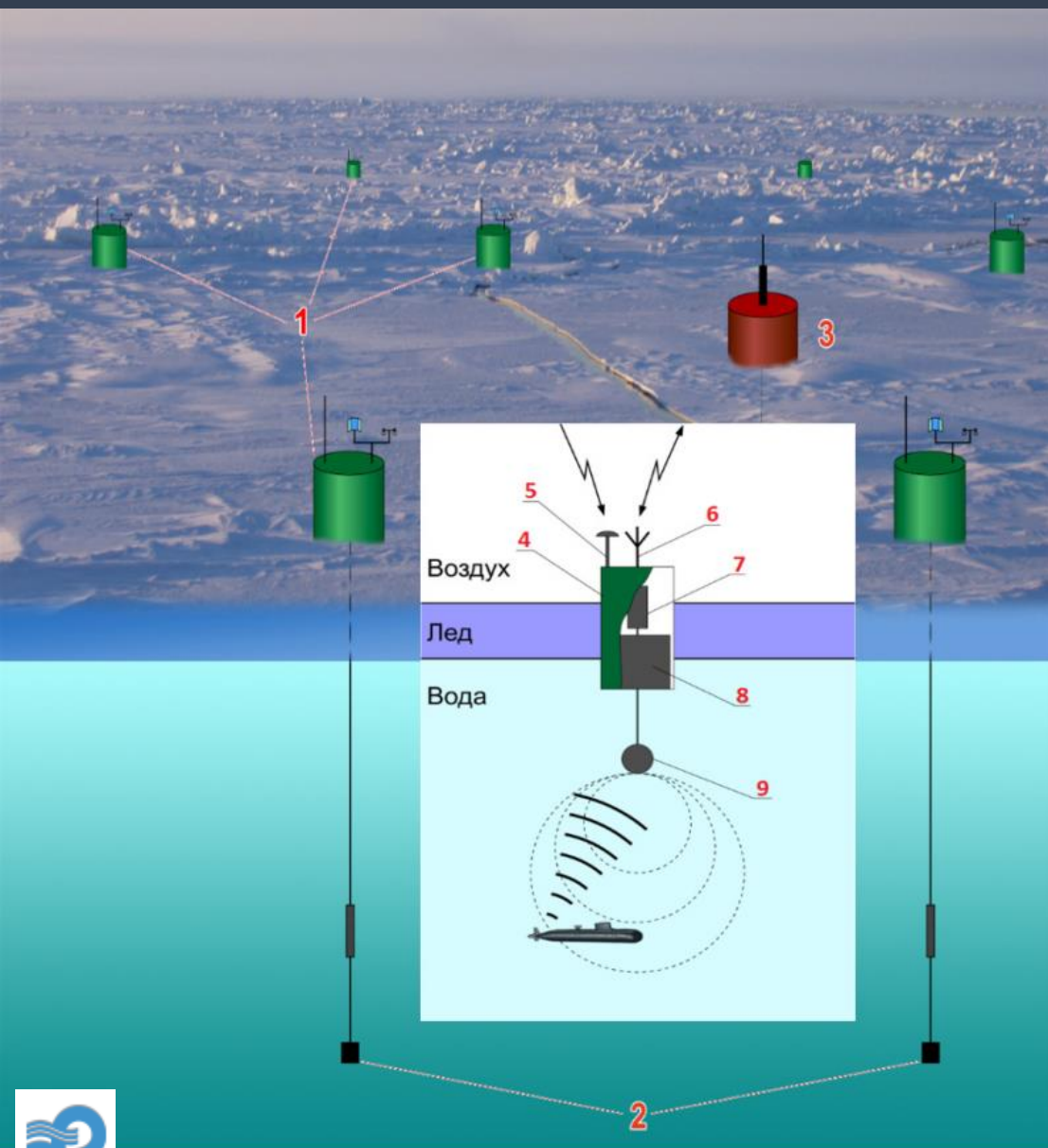
- I. Изгибно-гравитационная мода ледовой пластины
- II. Донная поверхностная волна рэлеевского типа
- IV. Нормальные гидроакустические моды



Дисперсия гео-гидроакустической ледовой моды по экспериментальным данным и теоретическим расчётам для различных моделей среды



Дрейфующая гео-гидроакустическая вмораживаемая антенная система



Решение задачи восстановления трехмерного распределения волновых полей в геологических структурах морского дна и водного слоя при наличии ледового покрова, на основе измерений естественного низкочастотного шума, наведенного геодинамическими процессами в системе «литосфера – гидросфера – ледовый покров – атмосфера».

Ледовый гео-гидроакустический буй

Z-сейсмометр (СМЕ-4211) в герметичном корпусе, 0.03 – 50 Гц, 2000 В/м/с, собственный шум 10^{-7} м/с²/√Гц, 24 бит, $f_d = 125 \dots 1000$ Гц, 4 канала.

Собисевич А.Л.,
Преснов Д.А., Агафонов
В.М., Собисевич Л.Е.
Вмораживаемый
автономный гео-
гидроакустический буй
нового поколения // Наука
и технологические
разработки. 2018. Т. 97.
№ 1. С. 25 – 34.



Внешние интерфейсы:
GPS/WiFi, USB.



Будущее – ледостойкая платформа (ЛСП) «Северный полюс» (проект 00903)

Газета «Поиск», № 21, 20 мая 2022 г.



Класс судна **KM Arc5 [1] AUT1-C HELIDECK-F Special purpose ship**

KM – самоходное судно,

Arc5 – самостоятельное плавание в разреженных однолетних арктических льдах толщиной до 0,8 м в зимне-весеннюю навигацию и до 1,0 м в летне-осеннюю навигацию. Плавание в канале за ледоколом в однолетних арктических льдах толщиной до 0,9 м в зимне-весеннюю навигацию и до 1,2 м в летне-осеннюю навигацию.

[1] – знак деления на отсеки: одноотсечная непотопляемость,

AUT1-C – знак автоматизации: объём автоматизации механической установки, позволяет её эксплуатацию без постоянного присутствия обслуживающего персонала в машинных помещениях и центральном посту управления,

HELIDECK-F – судно оборудовано вертолетной палубой и средствами заправки вертолета топливом.

г. Санкт-Петербург, Адмиралтейские верфи



Готовность платформы 95% (ААНИИ), до запуска осталось:

- пройти ходовые испытания, завершить дооборудование судна,
- произвести установку и сертификацию лётного оборудования,
- пройти приёмку, получить подтверждение класса и встать на учёт в Морском регистре судоходства,
- выполнить полномасштабный испытательный дрейф в арктических льдах.

Сравнение ТТХ НЭС «Академик Трёшников» и перспективной ЛСП

	Научно-экспедиционное судно «Академик Трёшников»	Ледостойкая платформа «Северный полюс»
Длина наибольшая, м	133.53	83.1
Ширина наибольшая, м	23.25	22.5
Осадка, м	8.5	8.6
Водоизмещение, т	16539	10373
Мощность головного двигателя, кВт	14000	4200
Скорость, узлы	16	10
Экипаж	60	14
Спецперсонал	80	34

Ледостойкая платформа «Северный полюс», имея в полтора раза меньшее водоизмещение, чем НЭС «Академик Трёшников», оснащена двигателем в 3,3 раза меньшей мощности. Таким образом, судно в арктических льдах, скорее всего, самостоятельно двигаться не может (и это отражено в классе), а для захода в лёд и выхода из льда требует ледокольной проводки.

34 человека спецперсонала – это также и также и руководство экспедиции, и технический персонал, и экипаж вертолёт (5 человек) и так далее – всего от 10 до 15 сотрудников. В итоге «на науку» суммарно остаётся примерно 20 мест.



Содействие в решении проблем геоэкологии АЗРФ под эгидой РГО

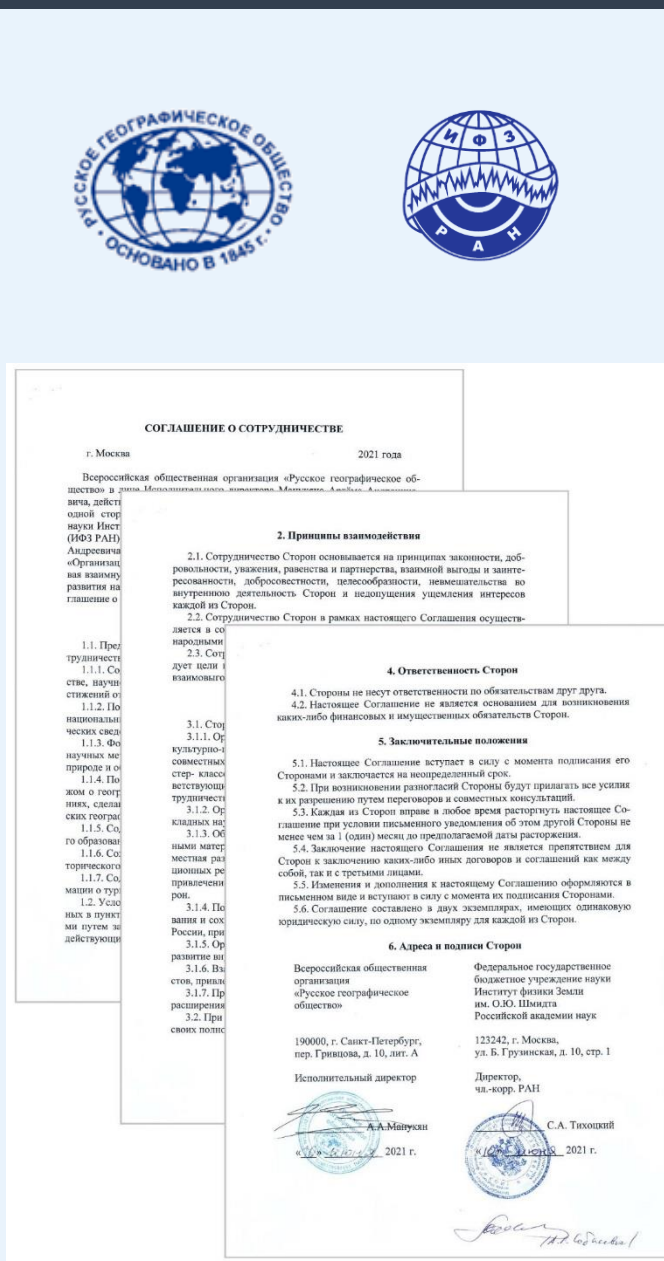


Овцебык – один из охраняемых видов в российской Арктике.



Один из знаковых проектов 2022 года – «генеральная уборка», которую проведут представители Русского географического общества на арктических островах.

Соглашение о научном сотрудничестве между ИФЗ РАН и РГО



Премия РГО за лучшую экспедицию вручил Президент Общества **С.К. Шойгу**. Участник похода Северного флота и РГО на архипелагах Арктики Р.А. Жостков (ИФЗ РАН) с наградой.

Заместитель директора ИФЗ РАН, к.ф.-м.н. В.В. Погорелов, руководитель экспедиционного направления Департамента экспедиционной деятельности и развития туризма Исполнительной дирекции РГО С.А. Чечулин и к.ф.-м.н. Р.А. Жостков (ИФЗ РАН) в штаб-квартире РГО.

Благодарю за внимание!



Собисевич Алексей Леонидович

Член-корреспондент РАН, профессор РАН, доктор физико-математических наук
Заместитель директора по научной работе, Заведующий лабораторией
фундаментальных проблем экологической геофизики и вулканологии Института
физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН

alex@ifz.ru