



**РНФ**  
Российский  
научный фонд



# *Научные исследования в Арктике*

Организация дрейфующей станции «Северный полюс-41  
на базе Ледостойкой самодвижущейся платформы»

Макаров Александр Сергеевич

Тимофеева Анна Борисовна

Арктический и Антарктический Научно-Исследовательский Институт





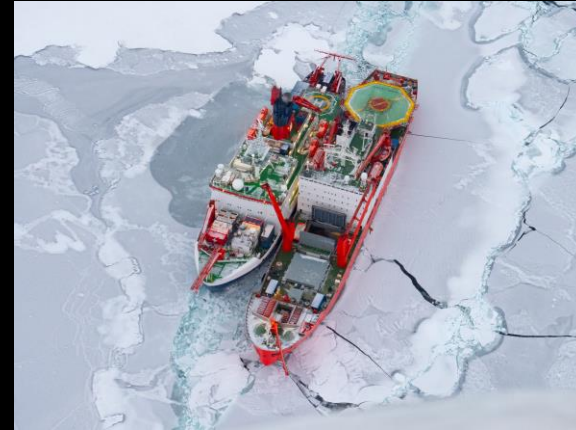
РНО  
Российский  
научный фонд



300 лет  
Российской Академии  
Наук

# Исследования в Арктике:

- Фундаментальные задачи
- Прикладные задачи
- Геополитические задачи





**РНФ**  
Российский  
научный фонд



**300 лет**  
Российской Академии  
Наук

Sep 16 2021



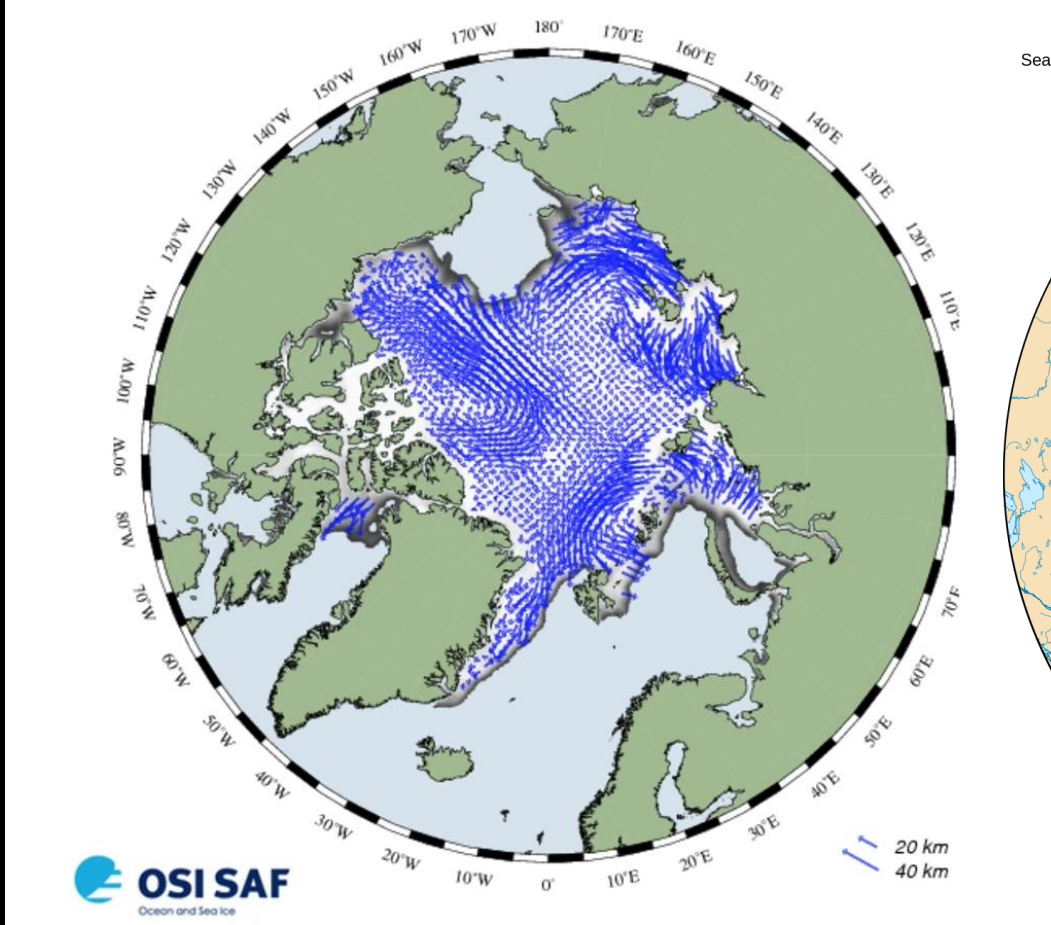
# Дрейф льда



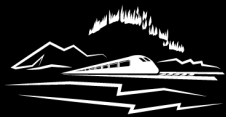
РНФ  
Российский  
научный фонд



300 лет  
Великой Северной  
Экспедиции







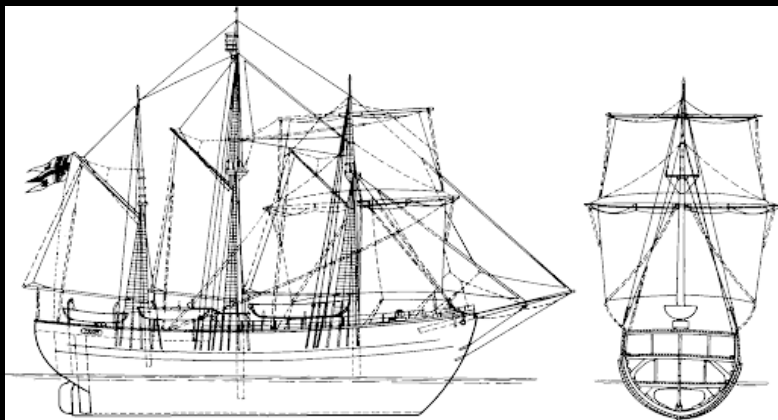
**РНФ**  
Российский  
научный фонд



# Немного истории

# ФРАМ

- Длина 39 м
- Ширина 11 м
- Автономность 5 лет

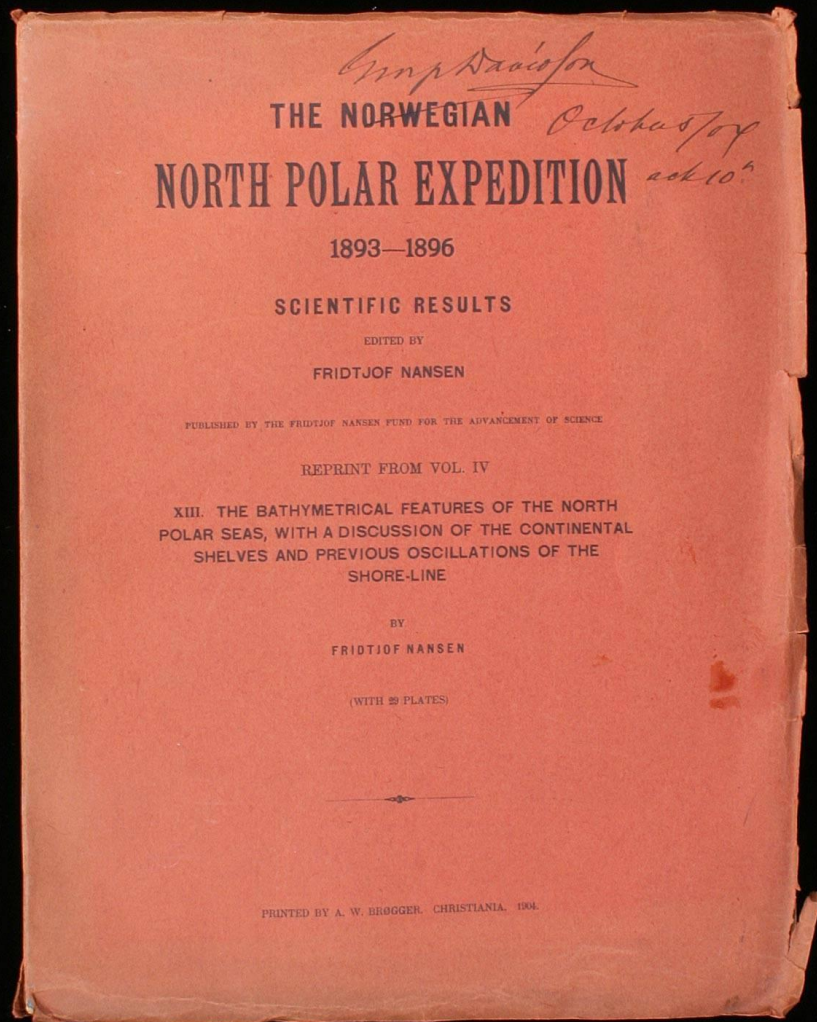


# ЭКСПЕДИЦИЯ НАНСЕНА 1893–1896 гг.



# РЕЗУЛЬТАТЫ:

- ✧ физическая океанология
- ✧ методики исследований
- ✧ законы динамики океана







Георгий Седов  
погиб



Георгий Брусилов  
пропал без вести



Владимир Русанов  
пропал без вести

# ЭПОХА ДРЕЙФУЮЩИХ СТАНЦИЙ



# ЭПОХА ДРЕЙФУЮЩИХ СТАНЦИЙ

СП-1

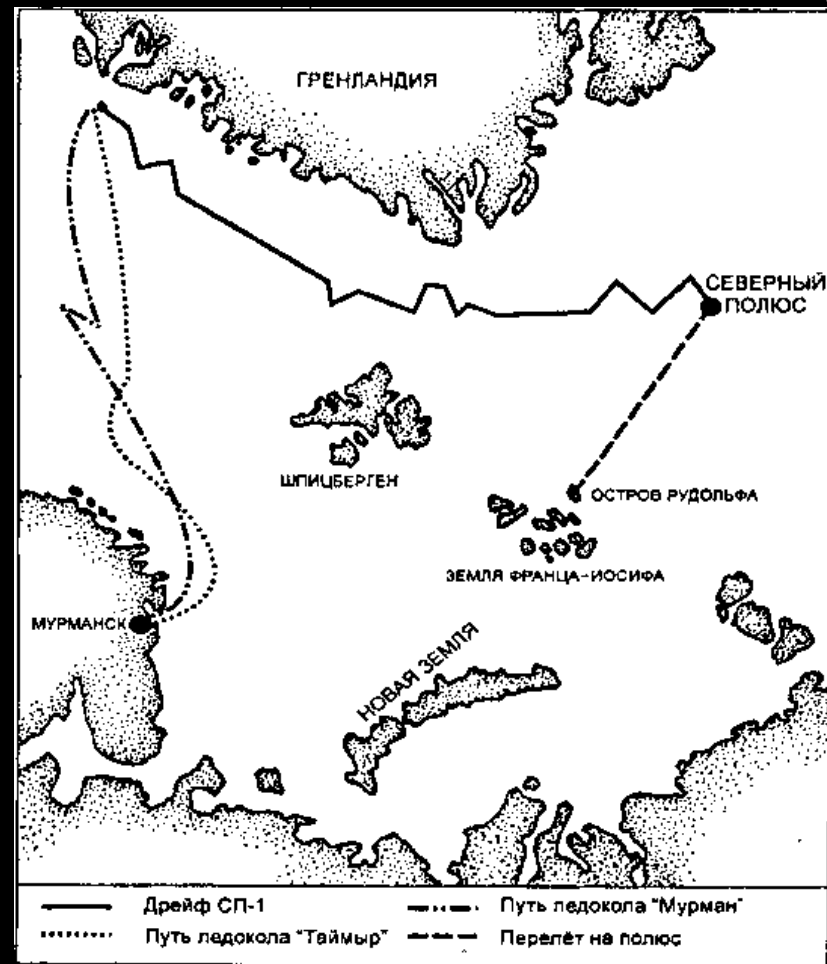
- 21 мая 1937 – 19 февраля 1938



РНО  
Российский  
научный фонд



300 лет  
Российской Академии  
Наук



СП-1



РНЦ  
Российский  
научный фонд



# Иван Папанин

руководитель





## Евгений Фёдоров метеоролог и геофизик



СП-1



РНФ  
Российский  
научный фонд



# Пётр Ширшов

гидробиолог и океанограф



СП-1



РНЦ  
Российский  
научный фонд



# Эрнст Кренкель

радист





# СТАНДАРТНЫЙ СОСТАВ СТАНЦИИ

- начальник станции
- зам. начальника по науке
- аэролог
- гидрохимик
- метеоролог
- океанолог
- радист
- ледоисследователь
- гидрограф
- начальник ДЭС
- инженер 1 кат. ДЭС
- врач
- повар





# НАСТОЯЩИЙ ПОЛЯРНИК

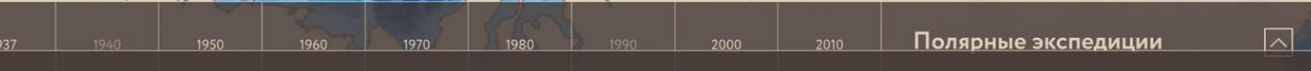
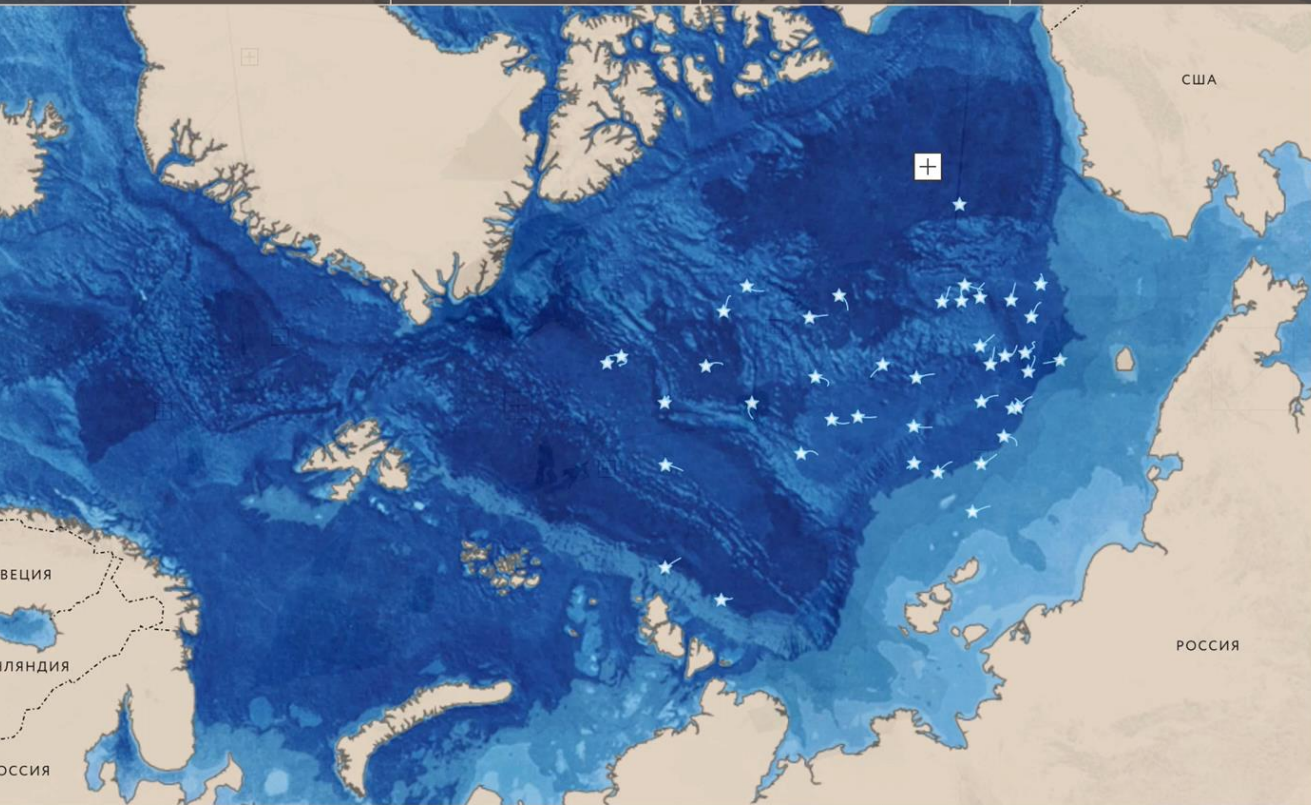


# НОВЫЕ СТАНЦИИ









- ✦ 98 смен коллективов с 1937 по 2013гг.
- ✦ Средняя скорость 6,8 км/сут.
- ✦ Самая длительная СП-22: 8,6 лет (1973-1982)
- ✦ В 2000-х пребывание в зоне дрейфа сократилось в разы.
- ✦ При близких траекториях СП-35 - 9 месяцев, «Фрам» - 3 года



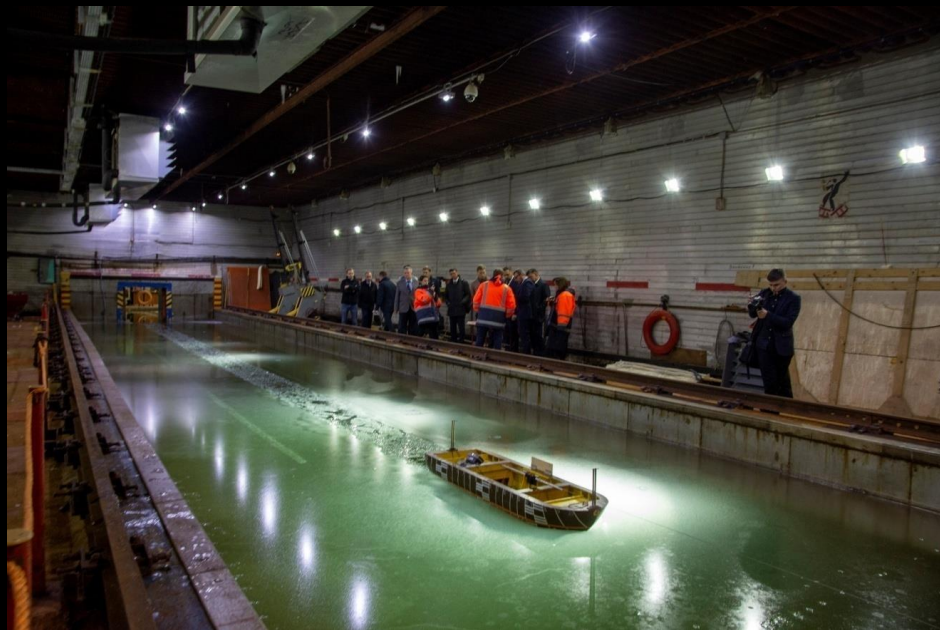


**РНФ**  
Российский  
научный фонд



# Так дрейфовать будем или нет?

# Ледостойкая самодвижущая платформа «Северный Полюс»



Спуск на воду – 18 декабря 2020 года



29 июля 2022 завершено строительство НЭС «Северный  
ПОЛЮС»

# Экспедиция «Северный полюс – 41»



**РНФ**  
Российский  
научный фонд



**1 сентября 2022** судно вышло в первый рейс из Санкт-Петербурга

**17 сентября 2022** вышло из Мурманска в район начала дрейфа

**27 сентября 2022** начало поиска льдины

**34 ученых, 14 членов экипажа**

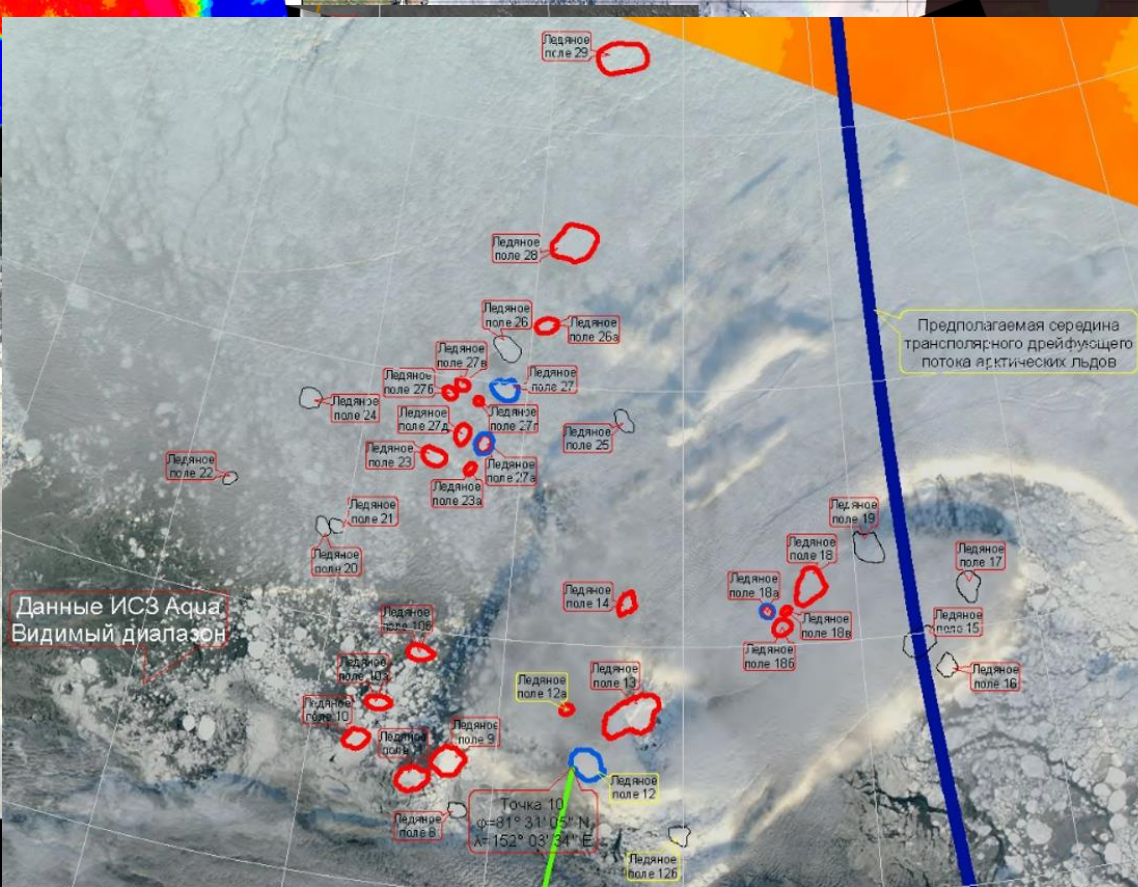
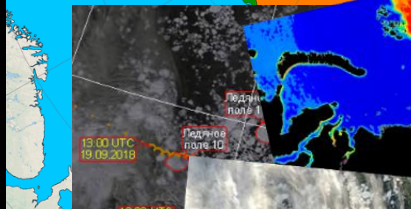
**16 лабораторий**







# Схема маршрута

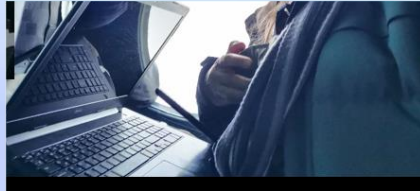
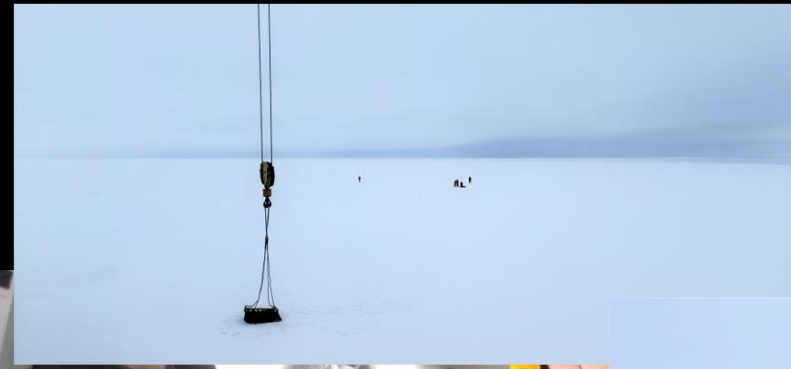


Данные ИСЗ Аква  
Видимый диапазон

Предполагаемая середина  
трансполярного дрейфующего  
потока арктических льдов



по





## Открытие дрейфующей станции «Северный Полюс-41» 02.10.2022



# Направления исследований



# Организация наблюдений на «СП-41»



**РНО**  
Российский  
научный фонд



**ЗАО**  
Восточная Арктика  
Резерв

**Мониторинг состояния корпуса судна**

**Аэрофотосъёмка ледовой поверхности**

**Аэрологические наблюдения**

**Стандартные и специальные метеорологические наблюдения**

**Исследования физико-механических свойств и динамики льда**

**Геофизические исследования**

**CTD-профилирование и отбор проб воды с борта судна**

**Обследование подводной поверхности льда**

**Геологические исследования**

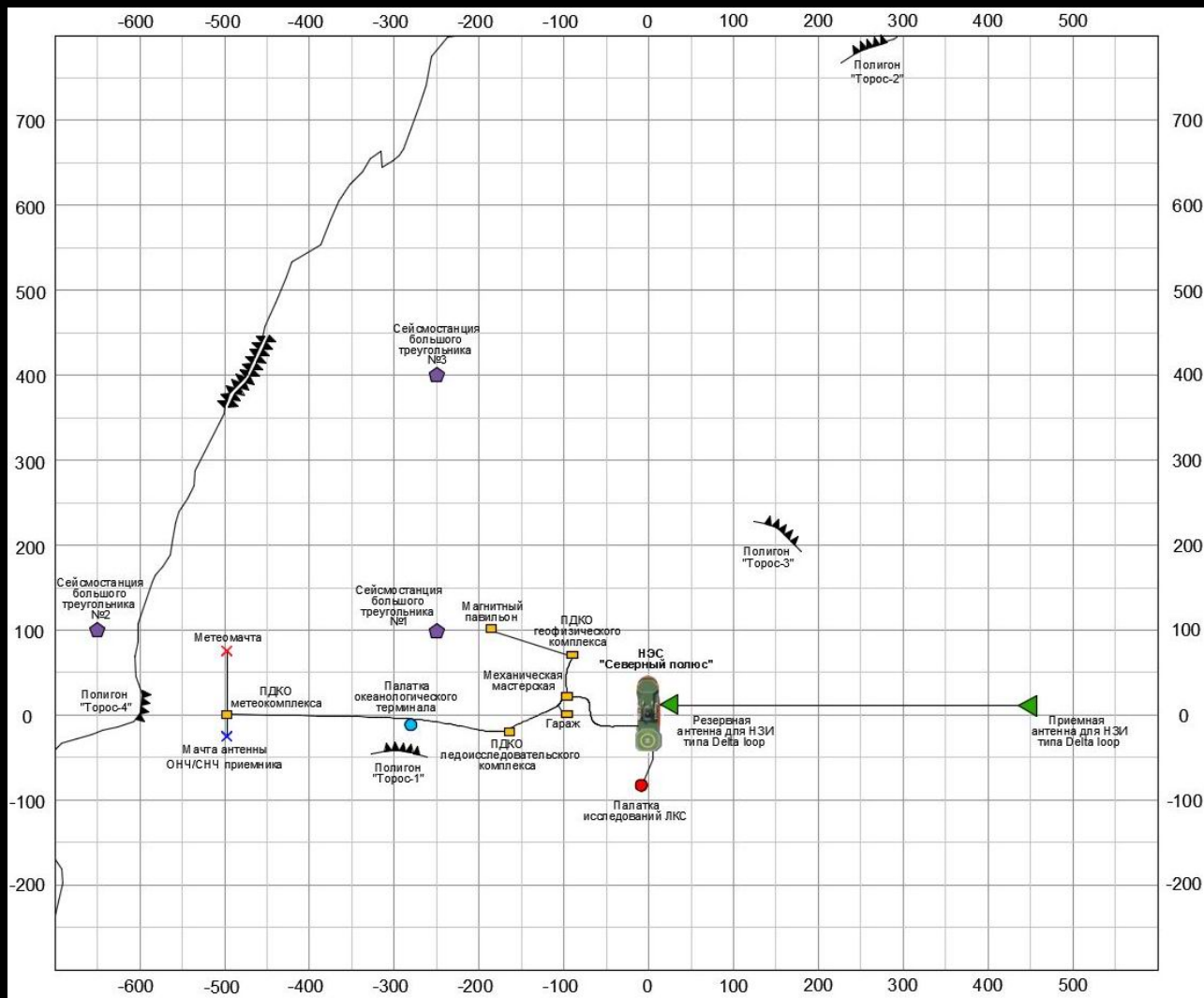
**CTD-профилирование в ледовом лагере**

**Регистрация параметров внутренних волн**

**Регистрация характеристик турбулентных потоков**

**Биологические исследования**

# Научный ледовый лагерь: схема расположения объектов



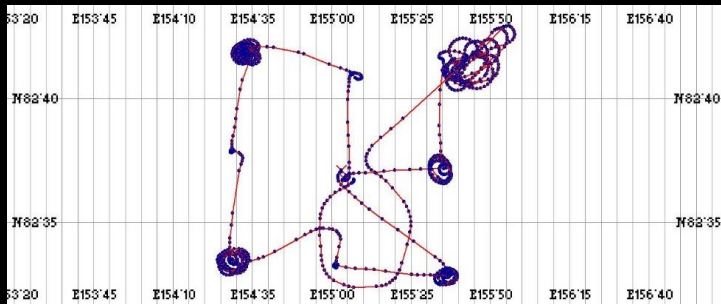


# Научный ледовый лагерь

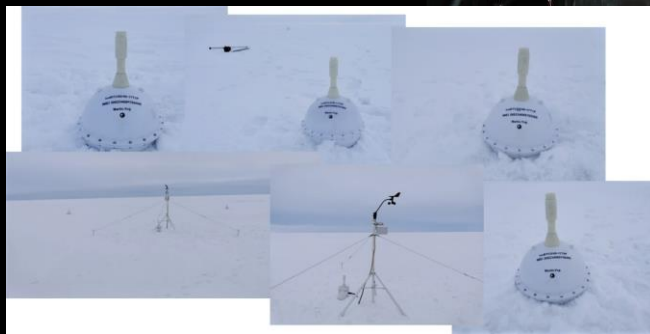




# Организация Распределенной Сети Данных. Буи.

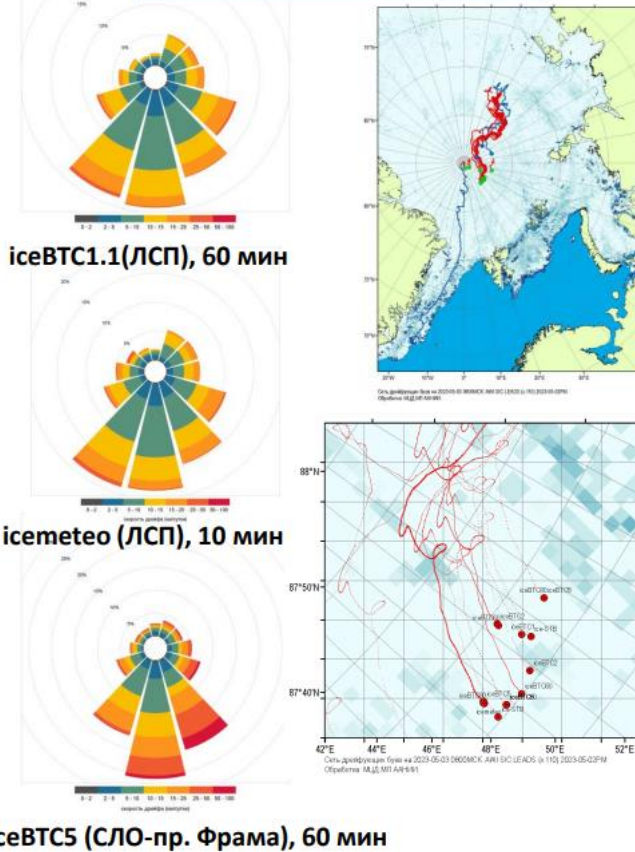


- ❑ Выполнена в период 30.09-01.10.2022 в основном с борта вертолета Ка-32
- ❑ Выставлено 15 единиц буев типов iceST-B, iceBTC1.1, iceBTC2/5, iceBTC60/80, icemeteo в рамках мезомасштабного полигона 15x15 км
- ❑ 7 единиц буев типов iceSVP-B, iceBTC2, iceBTC5 на удалении 100-200 км от платформы
- ❑ Сбор информации посредством спутниковой системы Иридиум
- ❑ С 30.09.2022 выполняется оперативный прием в ААНИИ каждые 10...60 минут с декодированием, контролем качества и веб-публикацией
- ❑ С октября 2022 года обеспечена возможность оценки параметров льда и океана АБ, равно как **комплексное тестирования всех типов МАБС** производства МАРЛИН-Юг в условиях высокоширотной Арктики в сезонном цикле

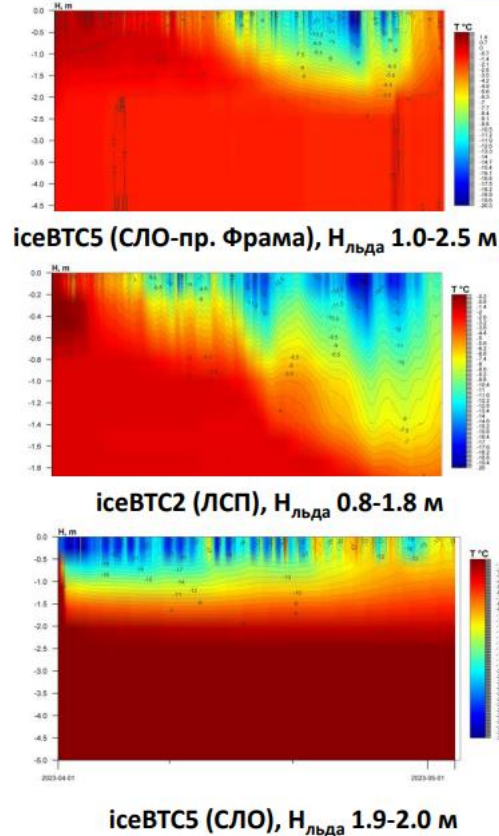


# Примеры текущей информации

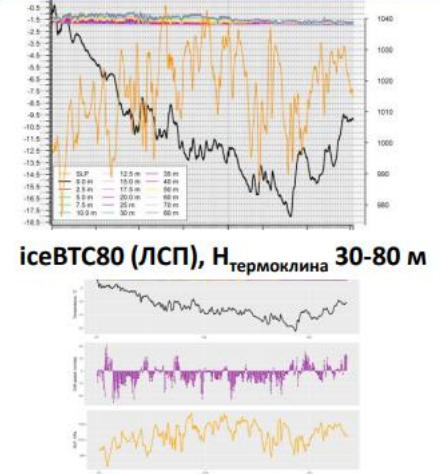
## Мониторинг динамики льда



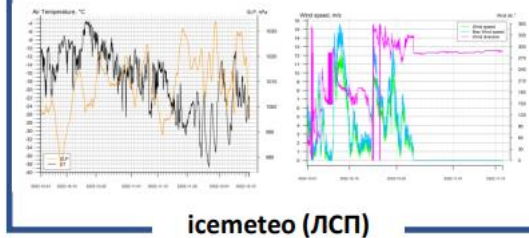
## Мониторинг ледовой обстановки



## Мониторинг верхнего слоя океана

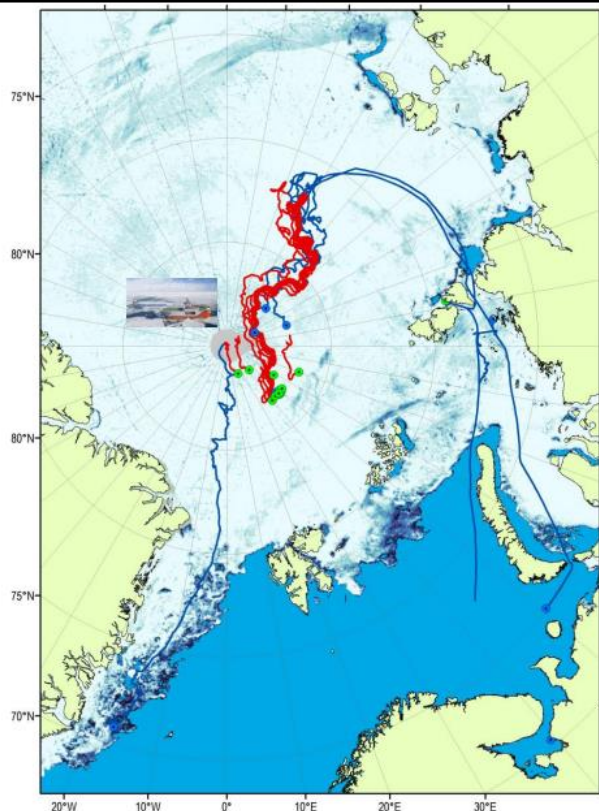


## Синоптическая метеорология

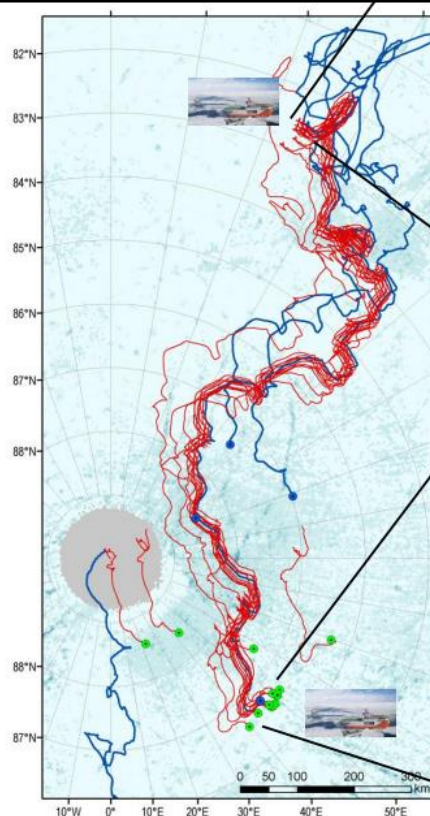




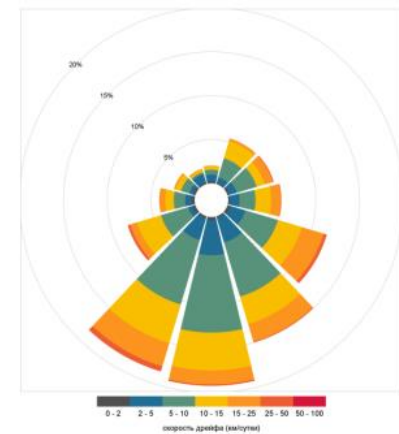
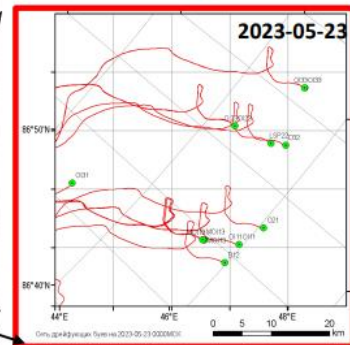
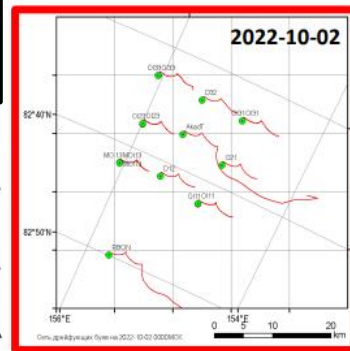
# Общий дрейф



Сеть дрейфующих буев на 2023-05-24 0000МСК. AWI SIC LEADS (n.110) 2023-05-23AM  
Обработка: МЦД МП ААННИ.



Сеть дрейфующих буев на 2023-05-17 0700МСК. AWI SIC LEADS (n.110) 2023-05-16PM  
Обработка: МЦД МП ААННИ.



Параметр	Значение
Время	234 сут
Длина	2300/990 км
Напр.	234 град
Скорость	0/9.8/47.7 км/сут

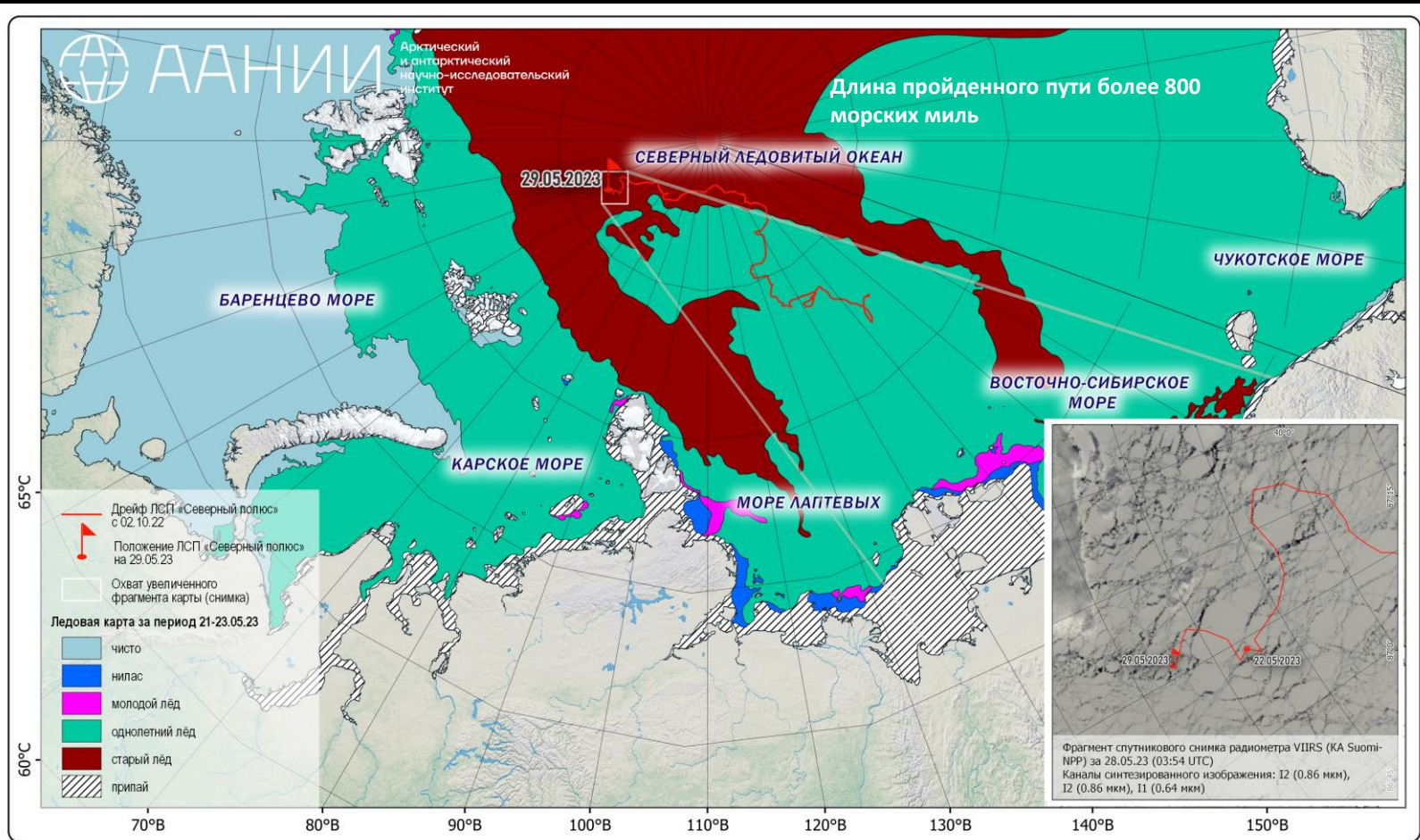
# Схема дрейфа станции «СП-41»



РНО  
Российский  
научный фонд



30 лет  
Виталий Абрамов  
Роснефть



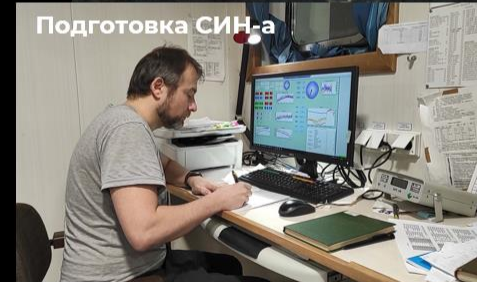


# Метеорологические исследования

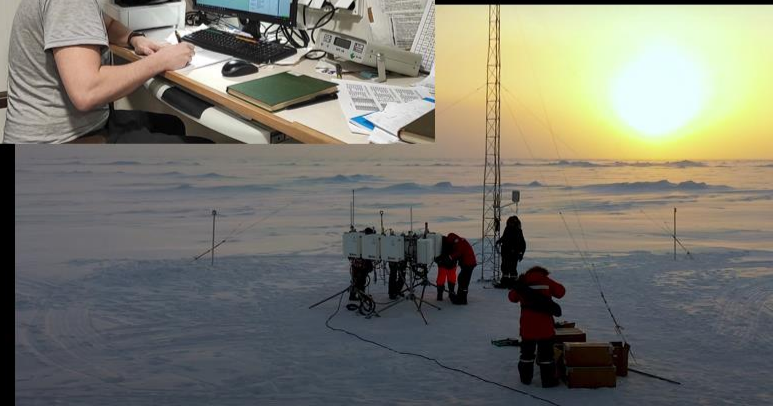
- Метеорологические и актинометрические наблюдения и исследования
- Энерго-массообмен (ЭМО) приземного слоя атмосферы с подстилающей поверхностью, тепловой баланс и потоки тепла на внешних границах и в толще морского снежно-ледяного покрова
- Содержание парниковых газов и озона в приземном слое воздуха
- УФ-радиация и общее содержание озона
- Физико-химические характеристики атмосферного аэрозоля
- Структура облачности и атмосферные осадки
- Химический анализ проб атмосферных осадков и снежного покрова
- Аэрологические наблюдения



Установка градиентного комплекса



Подготовка СИН-а





# Океанографические исследования

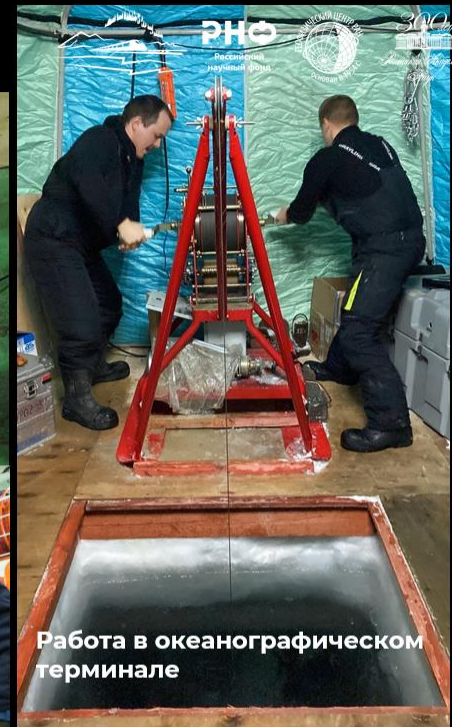
- Структура водных масс по маршруту дрейфа
- Гидрохимические исследования
- Послойная изменчивость параметров течений
- Тонкоструктурные термохалинные неоднородности и интрузионные процессы
- Турбулентные потоки в поверхностном слое океана
- Пространственная и временная изменчивость характеристик внутренних волн
- Процессы формирования стратификации подледного слоя океана, его влияние на передачу тепла от атлантических и тихоокеанских вод ко льду
- Мониторинг содержания стойких органических загрязнителей (СОЗ) и тяжелых металлов в компонентах арктических экосистем



Судовой океанографический комплекс



Отбор проб воды для гидрохимических анализов



Работа в океанографическом терминале

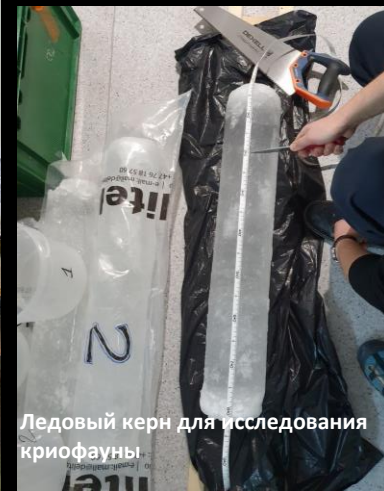
# Биологические исследования



- Криобиологические исследования (видовой состав, распределение, особенности жизненного цикла, липидный состав сообщества)
- Планктонные исследования (видовой состав, количественные параметры, сезонная динамика, распределение связанных со льдом и бореальных видов *Calanus*, липидный состав)
- Бентосные исследования (видовой состав, вертикальное распределение, трофическая структура, биогеография)
- Потoki взвешенных веществ и углерода, их вертикальная и горизонтальная динамика



Биолог Ольга Зимина в лаборатории



Ледовый керн для исследования криофауны



Отбор зоопланктона сетью





# Некоторые представители зообентоса



# Геологические исследования



Опускание дночерпателя с борта судна



Извлечение образца из грунтовой трубы

- Литологические и литостратиграфические исследования
- Газообразные компоненты в донных осадках, состав поровых вод
- Геологические и геохимические исследования льдов
- Палеомагнитные исследования донных осадков
- Геологические исследования коренных пород
- Споро-пыльцевые исследования
- Биостратиграфические исследования



В геологической лаборатории



# Геофизические исследования

- Геомагнитные исследования (непрерывная регистрация абсолютных значений и вариаций модуля магнитного поля Земли)
- Гравиметрические наблюдения (изучение крупномасштабных изменений внутриземных источников гравитационного и магнитного полей)
- Диагностика естественных и искусственных ионосферных возмущений
- Исследования особенностей распространения мощных КВ радиоволн
- Пространственная структура ОНЧ/СНЧ излучений в приполюсной области Арктики
- Риометрические наблюдения (непрерывная регистрация вариаций уровня космического радиоизлучения)
- Наблюдения методом наклонного радиозондирования ионосферы
- Оптические наблюдения при помощи камеры всего неба



Аппаратура регистрации НЗИ и фотографирования небесного свода



Магнитный павильон

# Ледовые исследования



- Морфометрических характеристик ровного и деформированного льда
- Физические и механические свойства
- Исследование рельефа нижней поверхности ледяных образований
- Исследование динамических процессов в дрейфующем льду СЛО
- Мониторинг пространственно-временной изменчивости параметров ледовой обстановки
- Толщина морского ледяного покрова (подводный ультразвуковой гидролокатор)



# Мониторинг морфометрических и физико-механических характеристик базовой льдины



- Ведется систематический промер толщин базовой льдины
- Проведены испытания образцов по определению прочностных свойств базового ледяного поля за период полярной ночи
- Получены данные по физическим характеристикам морского льда из базового поля за период полярной ночи
- Ведется регистрация данных температурного профиля системы сред воздух-снег-лёд-вода с помощью термоксов, вмораживаемых на полигоне вблизи платформы



# Ледовая обстановка в дрейфе



Трещина под мастерской



Трещина через ледовый лагерь



Трещина под корпусом судна



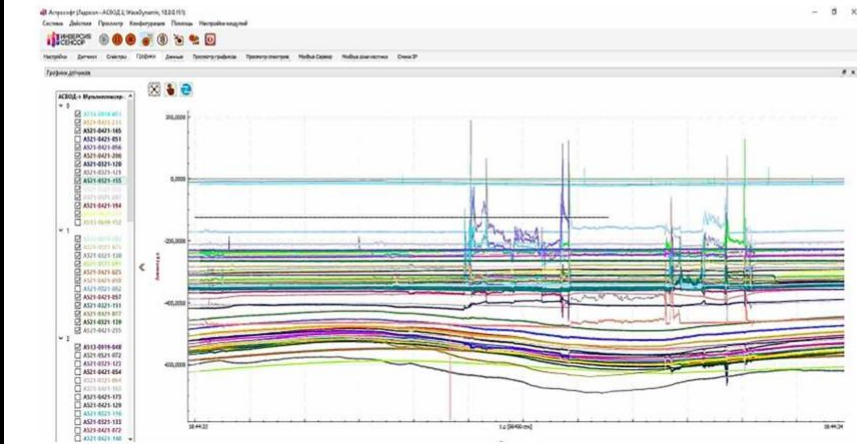
Подсов льда под кормой



# Система мониторинга ледовых нагрузок (СМЛН) НЭС «Северный Полюс»



- Проверена работоспособность системы мониторинга в условиях ледового дрейфа при ледовых сжатиях
- С помощью системы мониторинга получены данные о напряженно-деформированном состоянии корпуса при действии ледовых сжатий, сопровождаемых разрушением льда под бортом платформы
- Протестирована подсистема мониторинга напряженно-деформированного состояния базового ледяного поля после вмораживания выносных датчиков давления



AARI Регистрация сигналов системы мониторинга в период ледовых сжатий



# Первая ротация

20 апреля 2023 г. состоялась смена экспедиционного состава на льду в точке с координатами  $89^{\circ}24'С.Ш.$  и  $110^{\circ}32'В.Д.$





# Жизнь на станции



РНО  
Российский  
научный фонд



300 лет  
Российской Федерации



Дневник полярника  
<https://vk.com/polarstory> 46

# Предварительные выводы

- НЭС «Северный полюс» показало свою эффективность в качестве платформы для проведения научных исследований в Арктике
- Безопасность проведения экспедиций многократно возросла
- Судно может служить экспедиционной базой и обеспечивать научное присутствие в Центральной Арктике в ближайшие 20-30 лет.
- Судно стало для полярников одновременно транспортным средством, домом, исследовательским центром.
- В перспективе СП может стать логистической базой для проведения комплексных межведомственных экспедиций







**РНФ**  
Российский  
научный фонд



# СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ