

# **Совершенствование методики специальных судовых ледовых наблюдений для валидации спутниковых данных и ледовых прогнозов**

*Сероветников С.С. (1), Алексеева Т.А. (1,2), Макаров Е.И. (1), Бородкин В.А. (1), Афанасьева Е.В. (1,2),  
Котельников В.Д. (1), Юскаев Д.Ю. (1), Козловский Е.В. (1)*

*1— ГНЦ РФ Арктический и Антарктический научно–исследовательский институт, г. Санкт-Петербург, Россия*

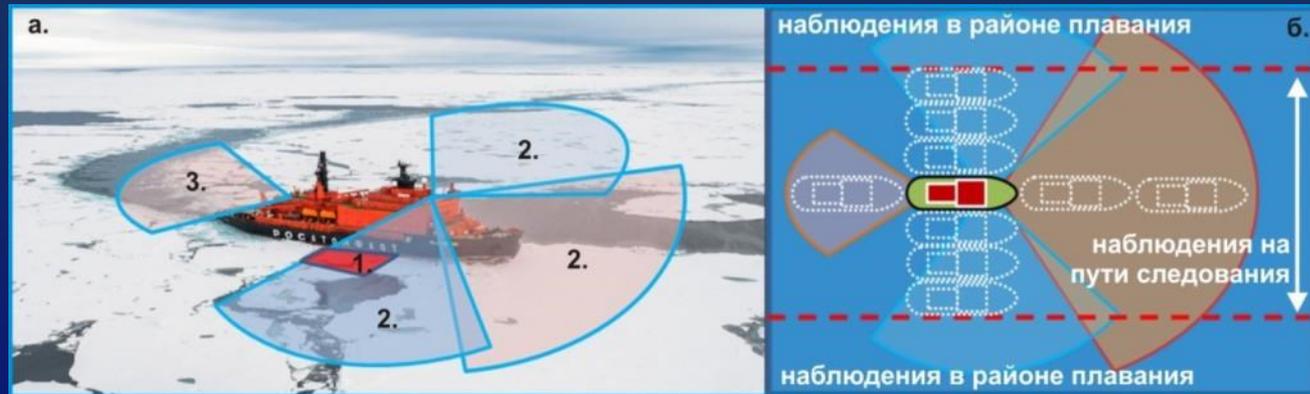
*2— Институт космических исследований РАН, г. Москва, Россия*

Работа поддержана Российским научным фондом, грант № 23-17-00161

*Санкт-Петербург 2024 г.*

# Специальные судовые наблюдения ключевых характеристик морского льда с борта судна, а также сопутствующих параметров движения и среды

( Руководство по производству судовых специальных ледовых наблюдений. СПб.: АНИИ, 2011. )



По пути плавания визуально оцениваются: общая и частная сплоченность, возраст, размеры ледяных полей, толщина льда и высота снега, торосистость, наслоенность, разрушенность, наличие и интенсивность сжатия в ледяном покрове, а также состояние канала, прокладываемого судном, наличие опасных ледовых явлений и опасных ледяных образований. По району плавания визуально оцениваются: общая и частная сплоченности, возраст, размеры ледяных полей, торосистость, тип ориентации нарушений сплошности ледяного покрова (НСЛ).

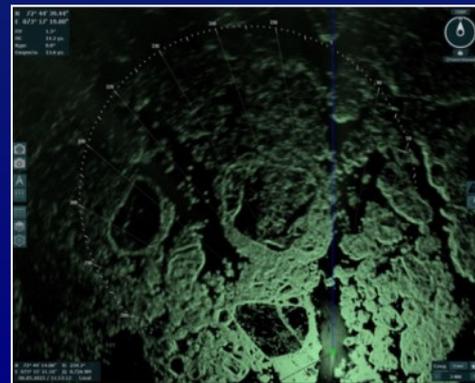
Часть параметров регистрируется непрерывно судовым телевизионным комплексом СТК. По возможности используется информация ледовых приставок СИГМА/RUTTER.

Метеорологические параметры: температура воздуха, относительная влажность воздуха, точка росы, атмосферное давление, барическая тенденция (за период 3 ч.), скорость и направление истинного ветра в т.ч. мгновенные и средние значения за периоды 2 и 10 мин, значения дальности видимости.

Параметры бортовых систем: мощность судовой энергетической установки, обороты винтов, курс, географические координаты судна, направление и скорость движения судна.

а. схема секторов и площадок ледовых наблюдений (визуальных и СТК): 1 - площадка толщиномера, 2 - сектора обзорных ледовых камер, 3 - сектор ледовой камеры оценки сжатия.

б. схема фактической полосы наблюдений на пути следования шириной 2-3 корпуса судна справа и слева по борту и наблюдений в районе плавания исходя из фактических условий видимости и освещенности.



Пример снимка ледовой приставки.

# Место специальных судовых наблюдений в современной системе специального гидрометеорологического обеспечения морских операций СГМО АЗРФ\* и замерзающих морей

(\*АЗРФ – Арктическая зона российской федерации)

Данные специальных судовых наблюдений:

Опорная информация о фактическом состоянии ледяного покрова, фактической ледопроходимости судов в текущих условиях, опорная информация о сопутствующих условиях среды.



Валидация результатов дешифрирования данных ДЗЗ.

Корректировка алгоритмов автоматического дешифрирования на основе опорной натурной информации.

Накопление баз данных о индивидуальной фактической ледопроходимости судов с привязкой к фактическим условиям.

Корректировка алгоритмов РОУТИНГА.

Верификация прогностической информации в широком спектре моделируемых явлений.

Уточнение прогностических моделей.

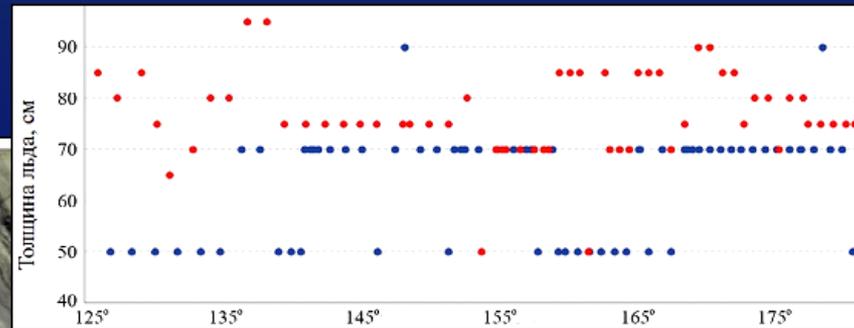
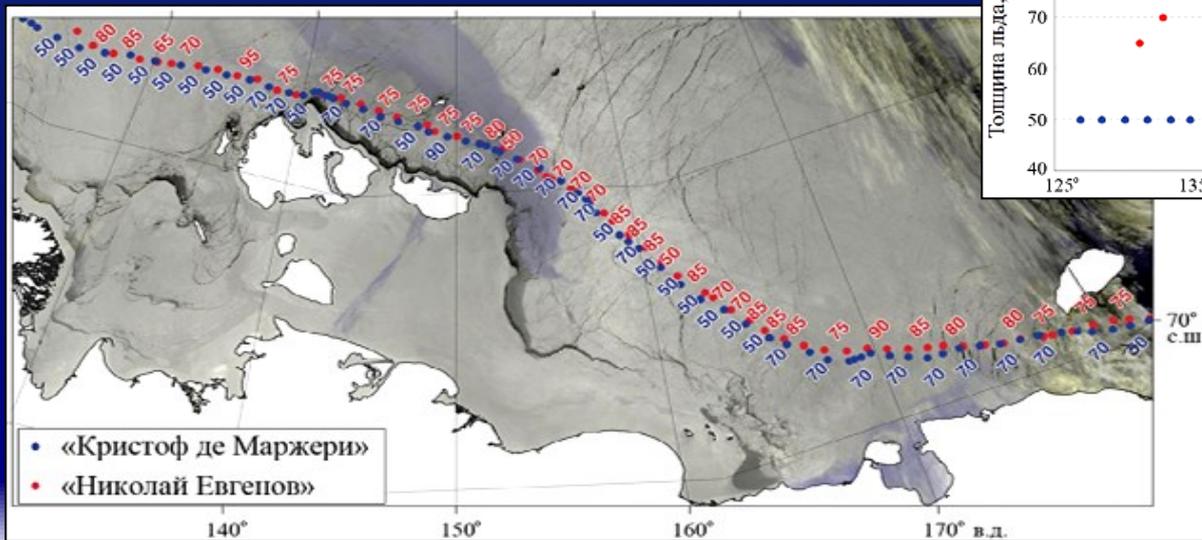
*Система СГМО*

[Афанасьева Е.В. и др. Применение данных судового телевизионного комплекса в оперативном гидрометеорологическом обеспечении морской деятельности на примере картирования толщины ледяного покрова в Арктике. Проблемы Арктики и Антарктики. 2022;68(2):96-117.]

## Проблематика современной системы СГМО в связи с повышающейся транспортной нагрузкой и возрастающей оперативностью проведения морских операций

1. ДЗЗ ориентированность – основной (преобладающий) источник информации это данные спутникового зондирования и их дешифрирование.
2. Моделирование состояния ледяного покрова и сопутствующих условий среды без исчерпывающей верификации результатов на основе опорных данных.
3. Низкая разрешающая способность информационного обеспечения малых участков акваторий на планируемых маршрутах.
4. Недообеспеченность опорными натурными данными.

Пример «фатального» расхождения информации диспетчерских сообщений. Временная разница между прохождением маршрута 7 суток!



Оценка толщины льда на пути следования газозовов «Кристоф де Маржери» и «Николай Евгенов» по данным диспетчерских сообщений судов, Январь 2021 г.



## **Расширение территориального охвата специальными судовыми наблюдениями, а также оперативности предоставления информации (проект СТМК)**

С целью расширения территориального охвата специальными судовыми наблюдениями в пределах всей акватории АЗРФ и увеличения количества единовременно действующих пунктов сбора натурной опорной информации сотрудниками ААНИИ с 2018 г. ведутся работы в рамках проекта СТМК.

Целью проекта является создание мобильного автоматизированного комплекса оборудования, способного проводить соответствующие натурные наблюдения без участия ледового наблюдателя.

Данные комплексы (модули) планируется устанавливать на судах действующих на акваториях АЗРФ на временной или постоянной основе, что позволит сформировать распределённую систему сбора опорных данных.

Опыт проводимых разработок показывает, что модули СТМК не смогут реализовать полноценные специальные судовые наблюдения без участия специалиста, но в то же время способны поставлять информацию о широком спектре ключевых параметров ледяного покрова и сопутствующих параметрах среды, достаточных для использования в качестве полноценных опорных данных в системе СГМО.

Немаловажной частью стратегии разработки СТМК является полный цикл автоматизированной обработки информации на борту судна и формирование информационных пакетов малого объема пригодных к оперативной передаче в условиях ограниченной пропускной способности судовых каналов связи в высоких широтах.

В рамках проекта СТМК решаются нетривиальные научно-технические задачи, что в совокупности с отсутствием финансирования не позволяет получить быстрый результат. Тем не менее работы ведутся непрерывно.

[Сероветников С.С. И др. Распределенная система оперативных судовых инструментальных наблюдений за ледовыми и метеорологическими параметрами в Арктическом бассейне и замерзающих морях // Морское оборудование и технологии. 2021. №3 (28). С. 90-102]

## Расширение спектра параметров специальных судовых наблюдений

Непрерывно возрастающие требования к качеству и информационной насыщенности опорных натурных данных приводят к необходимости расширения спектра регистрируемых параметров и обновления методики специальных судовых наблюдений.

Примером может служить недостаточность стандартного обеспечения метеорологическими данными регистрируемыми судовыми службами 1 раз в 4 часа. Такое квантование нивелирует возможность учета прохождения кратковременных снежных зарядов, изменения освещенности и т.п.

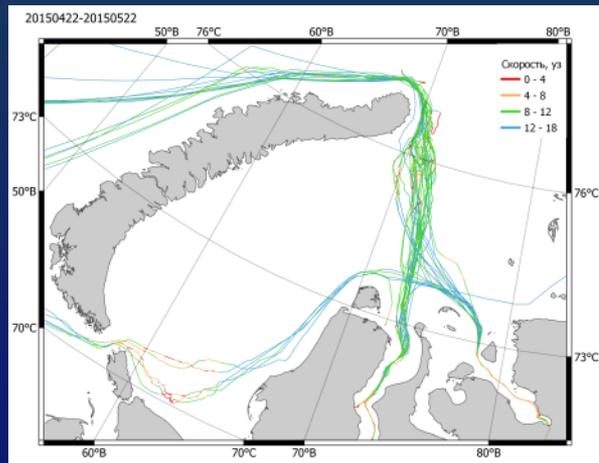
В настоящее время разработан мобильный комплект метеостанции (морского исполнения) позволяющий регистрировать расширенный спектр метеорологических данных с необходимой для специальных судовых наблюдений дискретизацией. Комплект используется в составе стандартного оборудования ледового наблюдателя с высокой степенью интеграции с другими применяемыми системами.

Важное значение в настоящее время приобретает информация о условиях формирования и эволюции ледяных образований. С целью получения таких специфических данных используются камеры высокого разрешения позволяющие проводить оценку морфологии боковых сколов льдин и сморозей. Что наряду с регистрацией значений солености и температуры морской воды позволяет более точно характеризовать прочностные характеристики исследуемых льдов в интересах планирования морских операций.

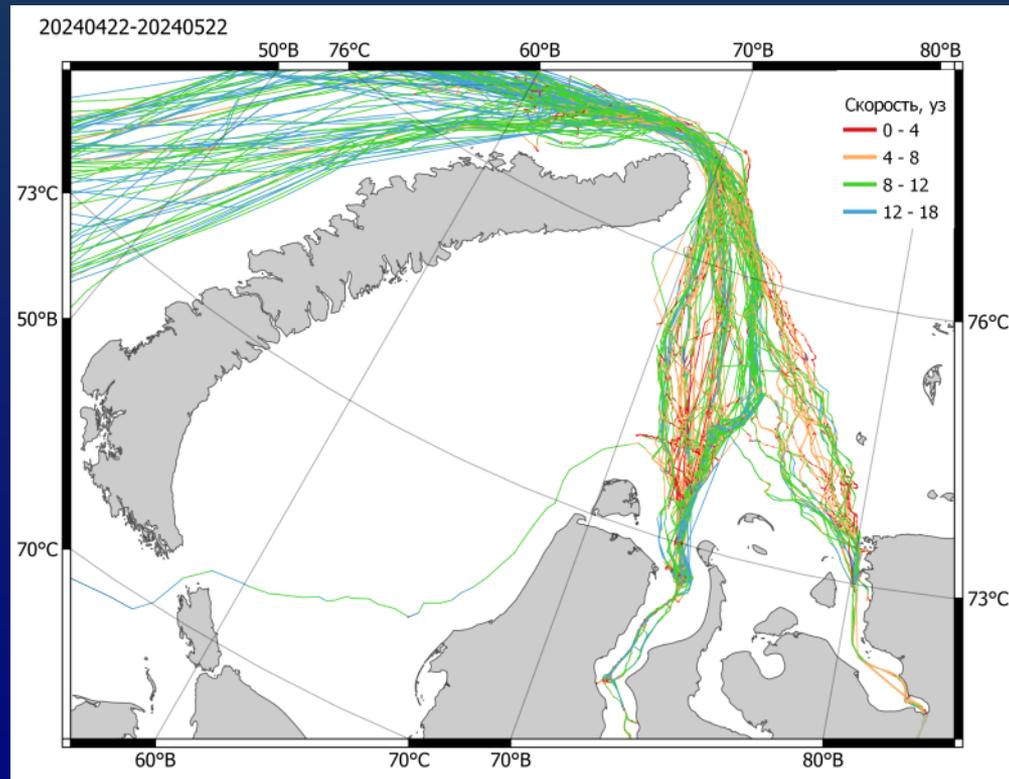
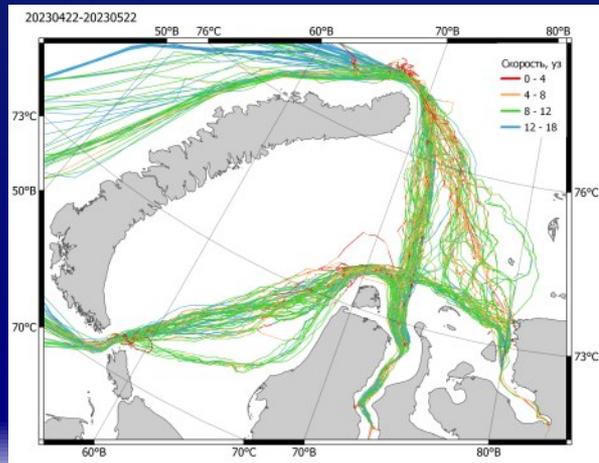


## Новые ледяные образования возникающие в результате техногенного воздействия

Апрель –Май  
2015 г.  
37 рейсов



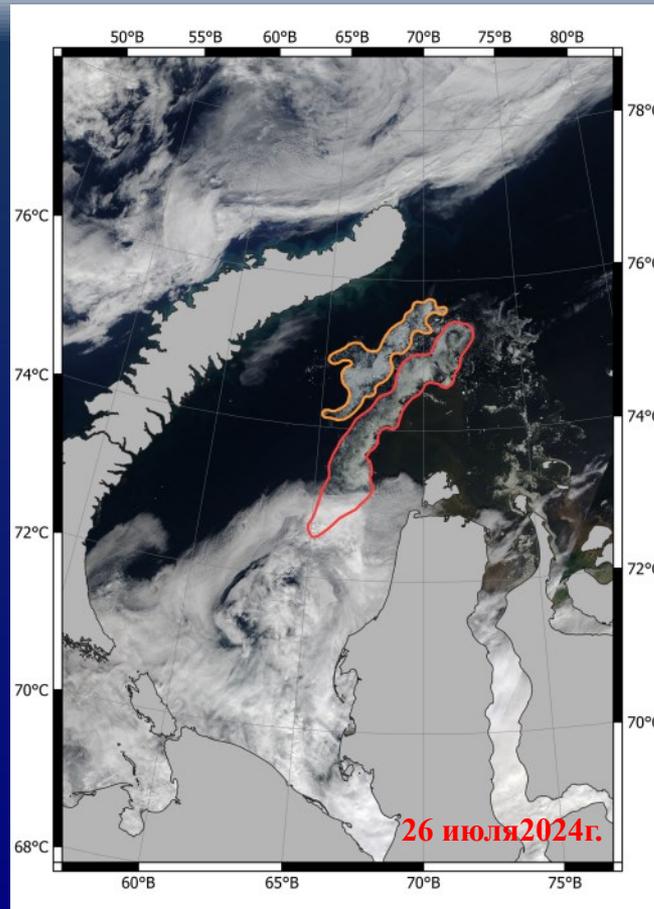
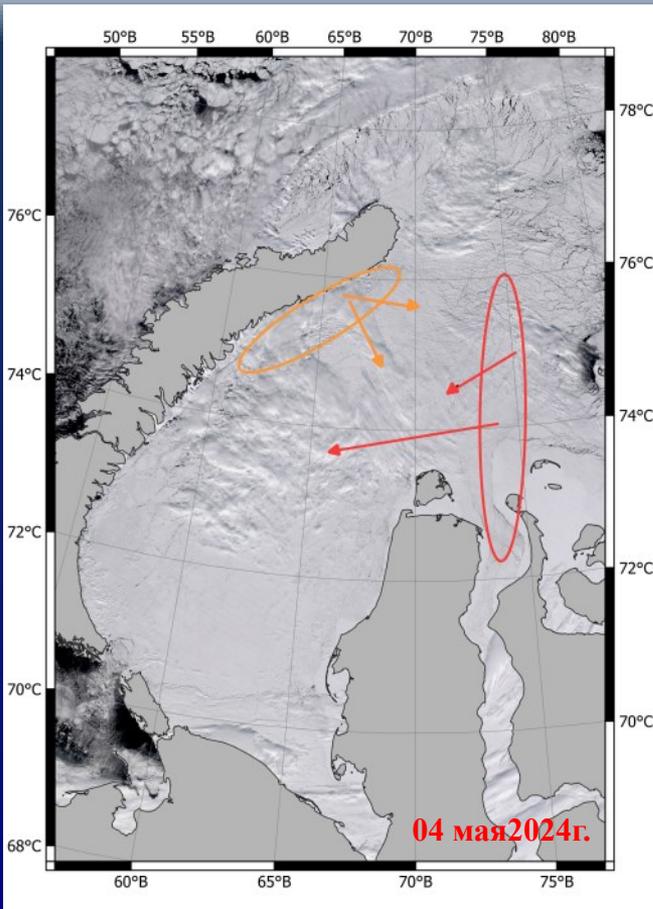
Апрель –Май  
2023 г.  
126 рейсов



Апрель –Май 2024 г.  
172 рейса через м. Желания (данные АИС)



Фото Тихонова В.В.



Сломалась система прогнозов ледовой обстановки на поздневесенний и начальный летний периоды 2024г.

Эволюция аномального ледяного массива 04 мая – 26 июля 2024г (красный) и остатков Новоземельского ледяного массива (оранжевый).

## Заключение

1. Развитие системы СГМО требует территориального и количественного расширения «сети» сбора опорных натуральных данных о фактическом состоянии ледяного покрова и характеристиках среды.
2. Методика проведения специальных ледовых наблюдений должна быть дополнена средствами получения дополнительных данных для полноценного, исчерпывающего анализа процессов, регистрируемых с высокой степенью детализации.
3. Существующая номенклатура описания морских льдов должна быть расширена с учетом появления крупных устойчивых ледяных образований, испытавших техногенное воздействие.
4. Накопленный и оперативно пополняемый массив опорных натуральных данных необходимо анализировать с привлечением специалистов и разработчиков программ ДЗЗ и специалистов по алгоритмам дешифрирования спутниковых данных в рамках межведомственных взаимодействий.

[Алексеева Т.А. и др. Влияние интенсивного судоходства на изменение строения и динамики ледяного покрова в юго-западной части Карского моря. Проблемы Арктики и Антарктики. 2024;70(3):323-337.]

*Спасибо за внимание.*



*Санкт-Петербург 2024 г.*