

ОБРАБОТКА ДАННЫХ И ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПОДСПУТНИКОВОГО МИКРОВОЛНОВОГО РАДИОМЕТРИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ЭКСПЕДИЦИИ «ЛЕД-СМП-1/2024»

*Тихонов В.В.^{1,2,3}, Ермаков Д.М.^{1,4}, Кузьмин А.В.¹, Алексеева Т.А.^{2,1},
Сероветников С.С.², Афанасьева Е.В.^{2,1}, Котельников В.Д.²*

¹Институт космических исследований РАН, г. Москва

²Арктический и антарктический научно исследовательский институт, г. Санкт-Петербург

³Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул

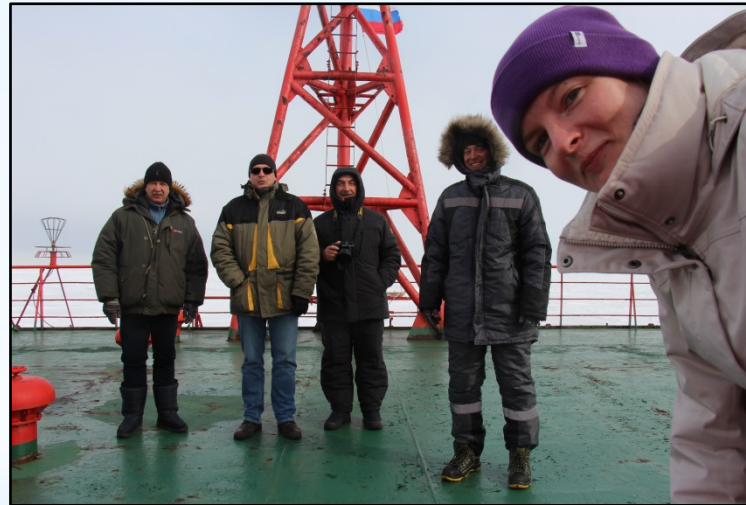
⁴Фрязинский филиал Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН,
г. Фрязино, Московская обл.



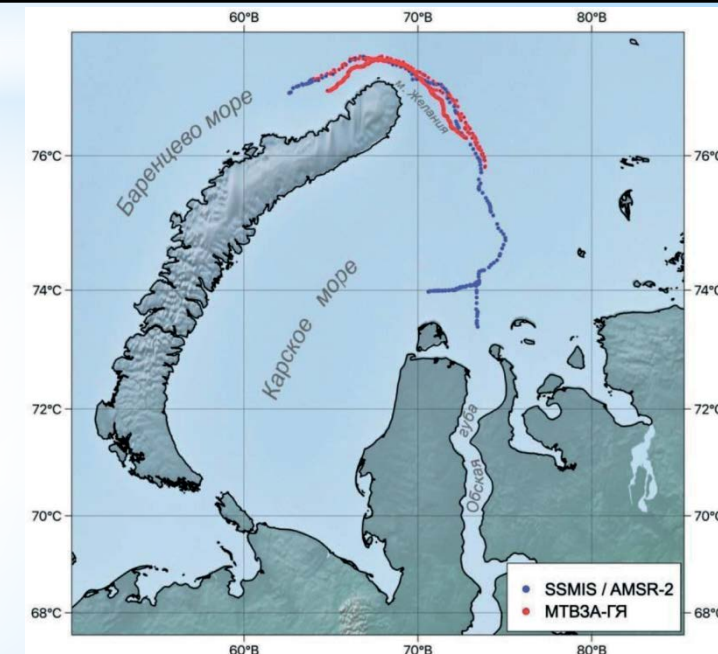
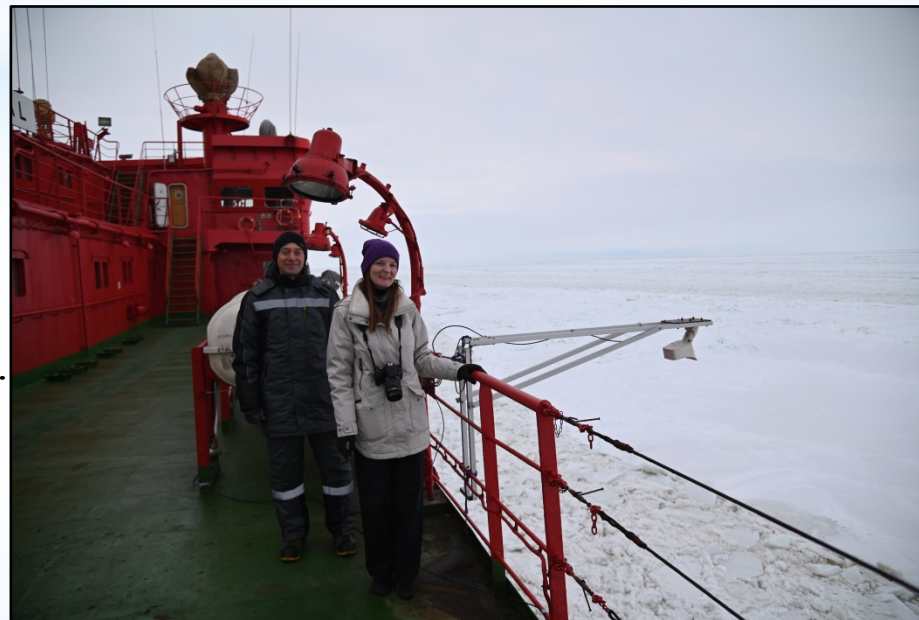
ЭКСПЕДИЦИЯ «ЛЕД-СМП-1/2024»

Арктический и антарктический научно-исследовательский институт
Институт космических исследований РАН

Май 2024 г.



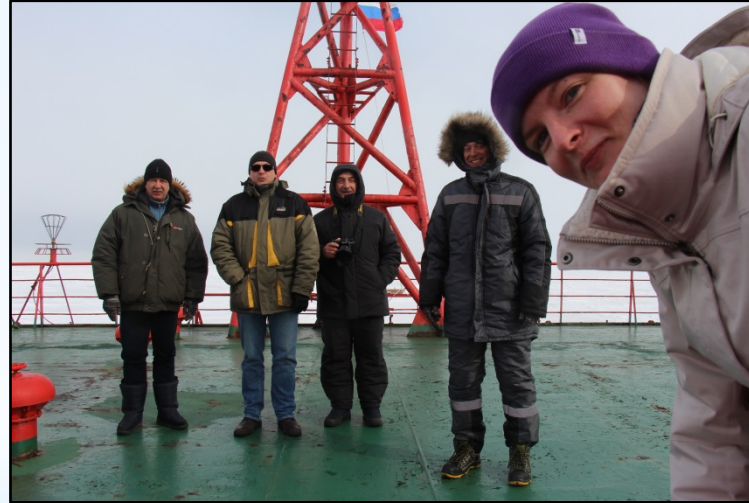
- Наблюдения за основными характеристиками ледяного покрова: сплочённость, возраст, торосистость.
- Измерения толщины льда и высоты снежного покрова с помощью судового телевизионного комплекса.
- Запись метеорологических параметров: температуры воздуха, давления, скорости и направления ветра, наличия и типа осадков.



ЭКСПЕДИЦИЯ «ЛЕД-СМП-1/2024»

Арктический и антарктический научно-исследовательский институт
Институт космических исследований РАН

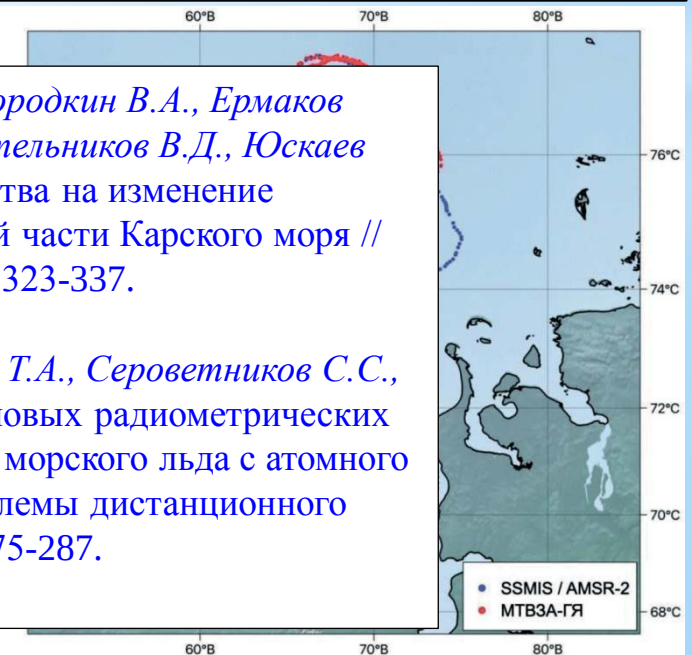
Май 2024 г.



- Наблюдения за основными характеристиками ледяного покрова: сплочённость, возраст, торосистость.
- Измерения толщины льда и высоты снежного покрова с помощью судового телевизионного комплекса.
- Запись метеорологических параметров: температуры воздуха, давления, скорости и направления ветра, наличия и типа осадков.

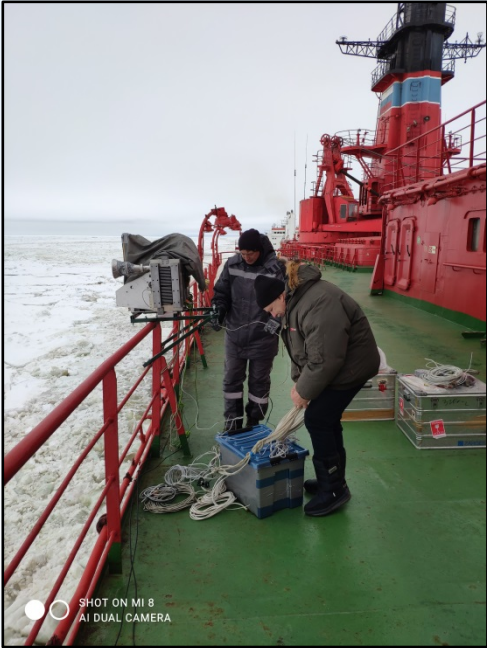
1. Алексеева Т.А., Сероветников С.С., Макаров Е.И., Бородин В.А., Ермаков Д.М., Тихонов В.В., Кузьмин А.В., Афанасьева Е.В., Котельников В.Д., Юскаев Д.Ю., Козловский Е.В. Влияние интенсивного судоходства на изменение строения и динамики ледяного покрова в юго-западной части Карского моря // Проблемы Арктики и Антарктики. 2024. Т. 70. № 3. С. 323-337.
<https://doi.org/10.30758/05552648-2024-70-3-323-337>.

2. Ермаков Д.М., Кузьмин А.В., Тихонов В.В., Алексеева Т.А., Сероветников С.С., Афанасьева Е.В., Котельников В.Д. Данные микроволновых радиометрических измерений комплексных подспутниковых наблюдений морского льда с атомного ледокола «Ямал» в мае 2024 года // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2024. Т. 21. № 5. С. 275-287.
[DOI:10.21046/2070-7401-2024-21-5-275-287](https://doi.org/10.21046/2070-7401-2024-21-5-275-287).

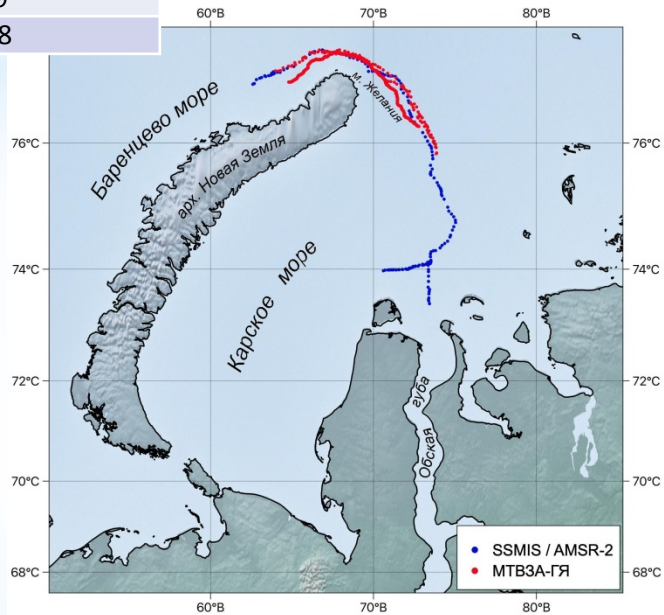
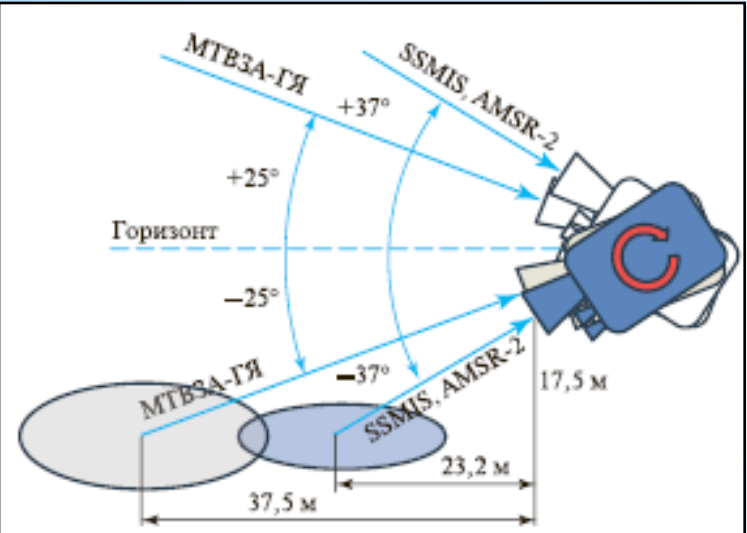


ЭКСПЕДИЦИЯ «ЛЕД-СМП-1/2024»

Подспутниковый микроволновый радиометрический эксперимент (112 ч микроволновых измерений)



№	Прибор	Центральная частота, ГГц	Поляризация	Угловая ширина ДНА, по уровню -3 дБ°	
1	R54	5,4	ВП/ГП	21	✗
3	R03	92	ВП	9	?
4	R08-1	36	ВП+ГП	9	
5	R08-2	36	ВП+ГП	9	
5	P22M	19, 22,2	ВП	18	



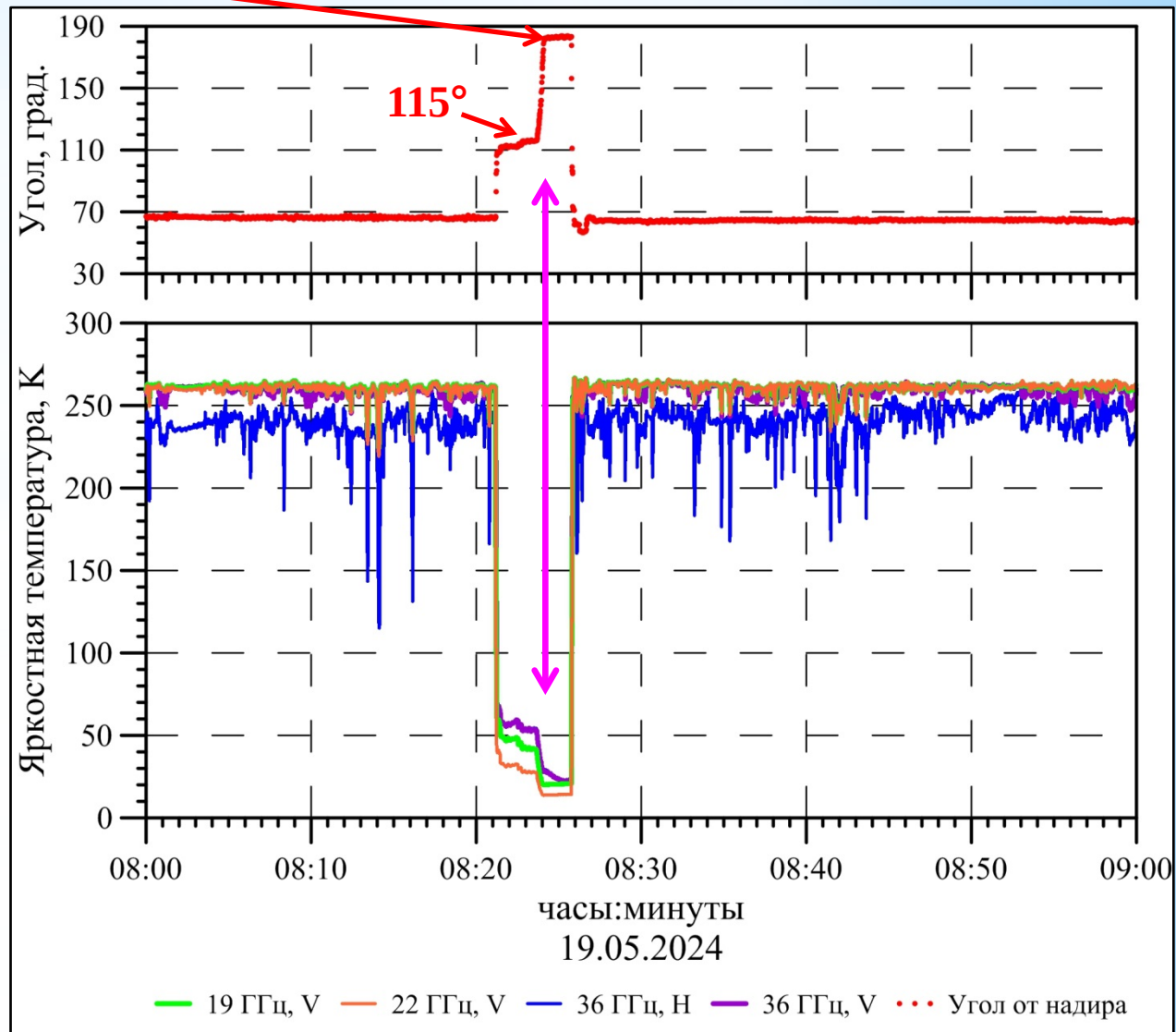
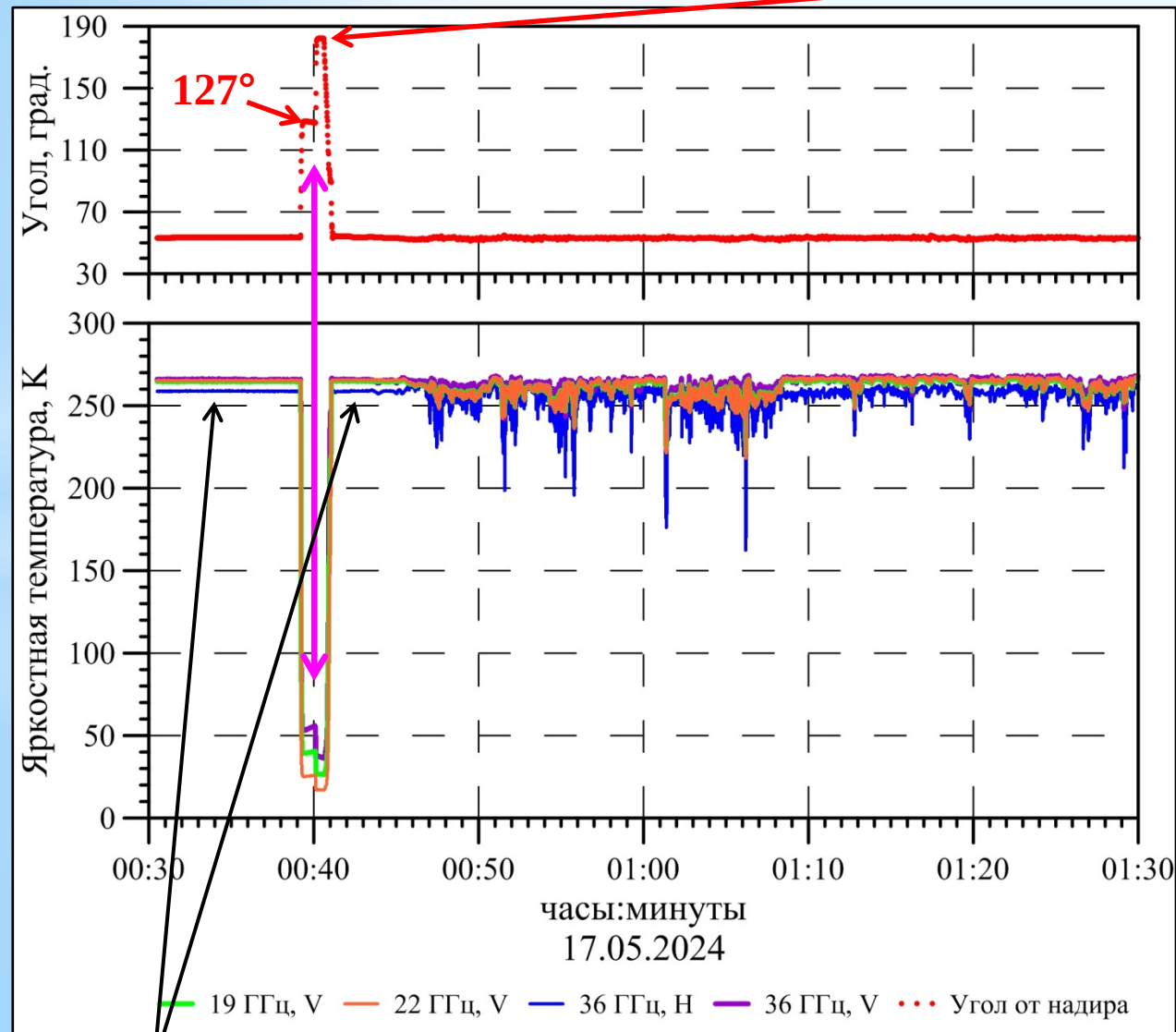
ЭКСПЕДИЦИЯ «ЛЕД-СМП-1/2024»

Обработка экспериментальных данных

Угол 180°

режим SSMIS/AMSR-2

режим МТВЗА-ГЯ



Не двигался. Подготовка к буксировке теплохода «Мыс Флора».

ЭКСПЕДИЦИЯ «ЛЕД-СМП-1/2024»

Обработка экспериментальных данных. Камера

05-17-2024 Fri 02:11:11

сплошной ледяной покров

Camera 01

05-18-2024 Sat 09:46:56

открытая водная поверхность

Camera 01

05-16-2024 Thu 09:36:04

нилас

Camera 01

05-17-2024 Fri 19:26:45

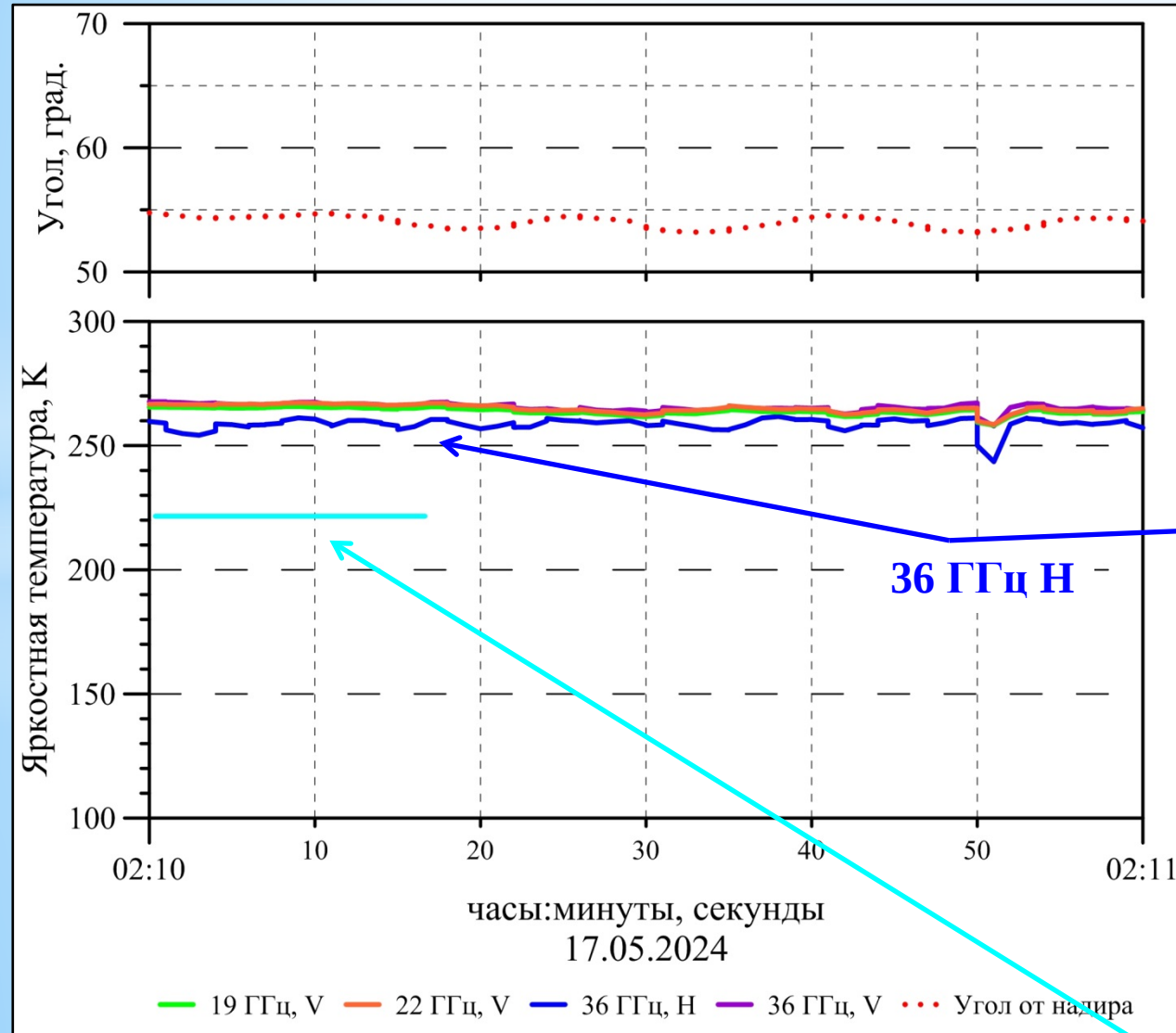
битый лед, каша

Camera 01

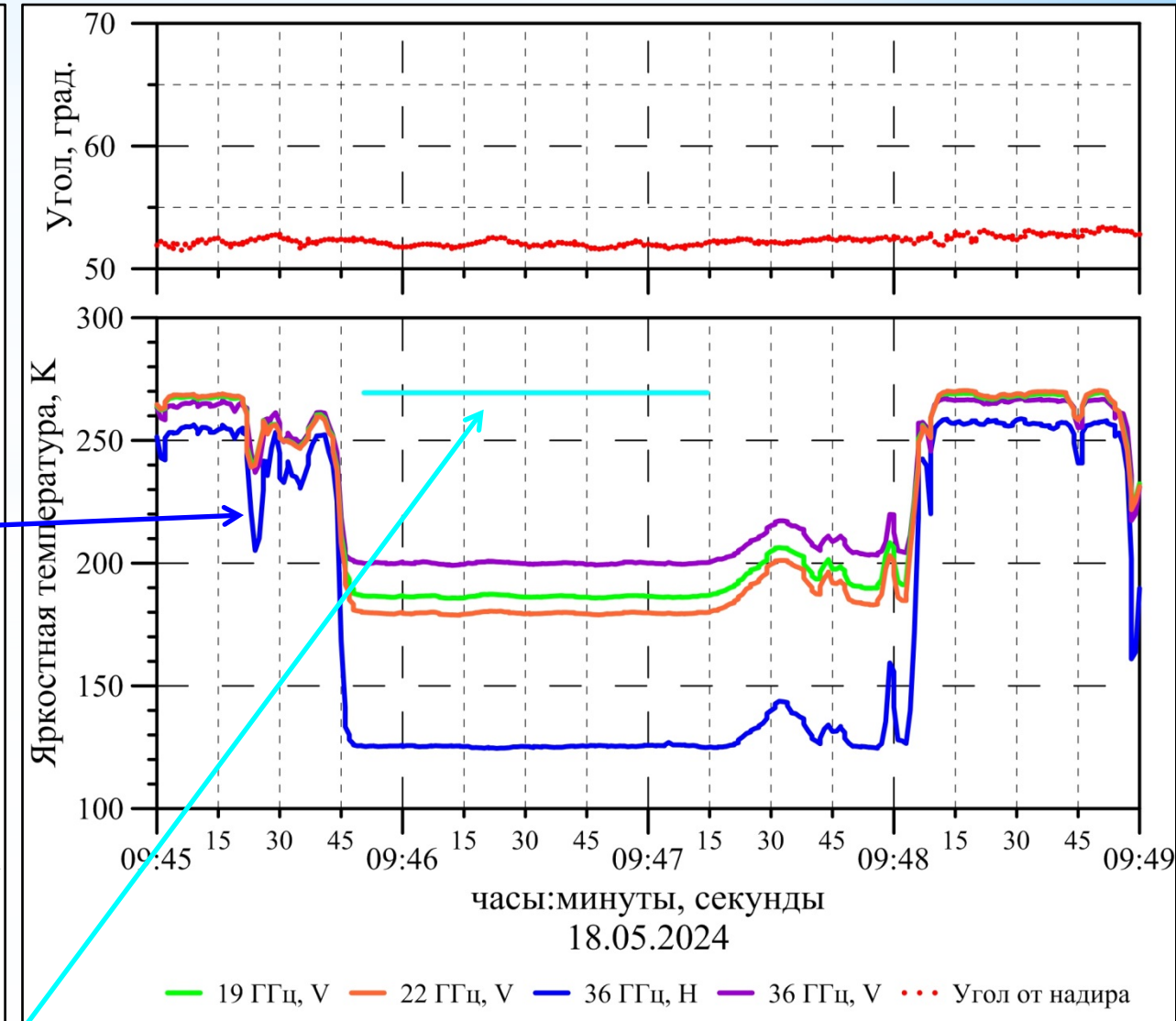
ЭКСПЕДИЦИЯ «ЛЕД-СМП-1/2024»

Обработка экспериментальных данных. Режим SSMIS/AMSR-2

сплошной ледяной покров



открытая водная поверхность

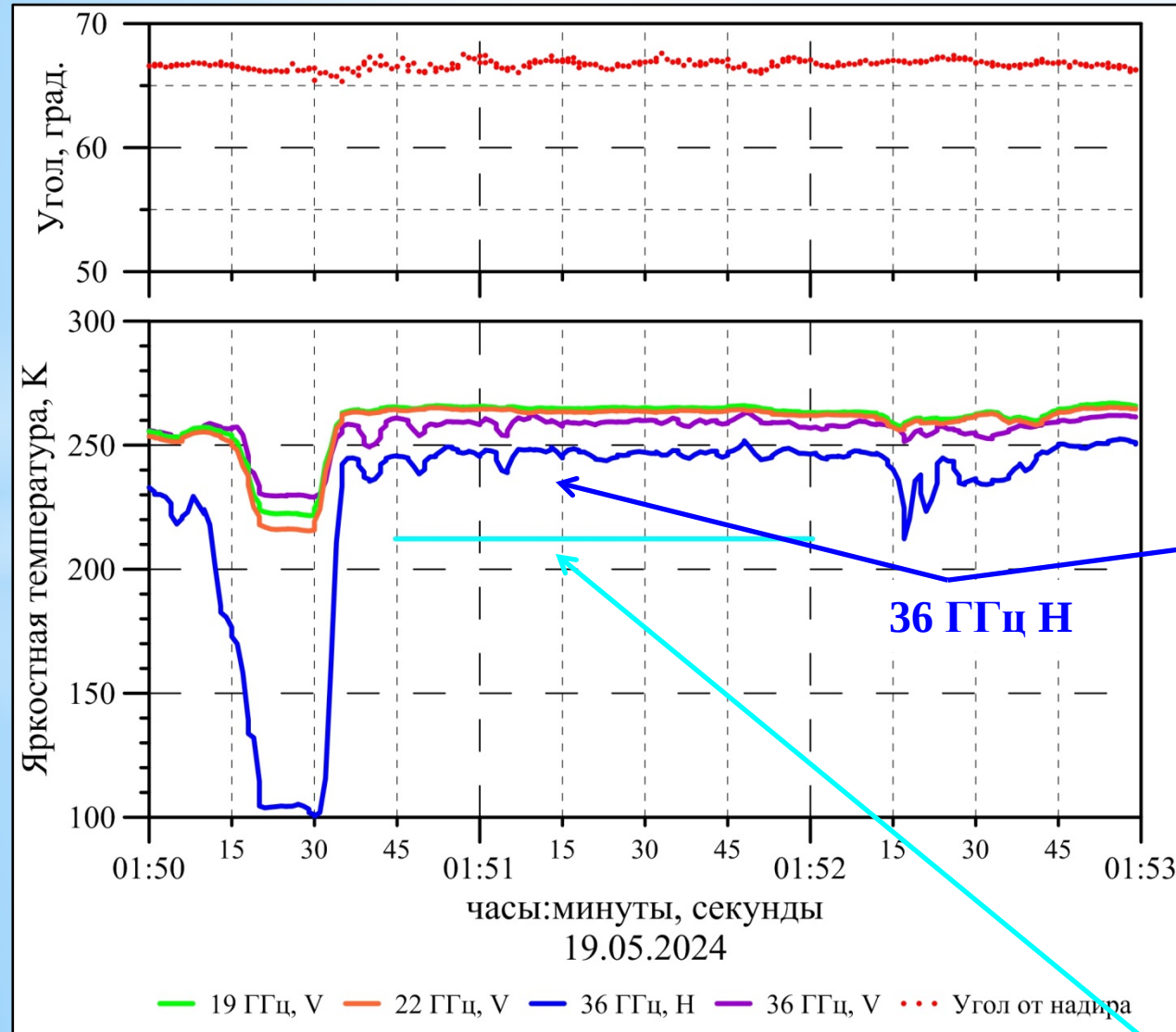


однотипная поверхность

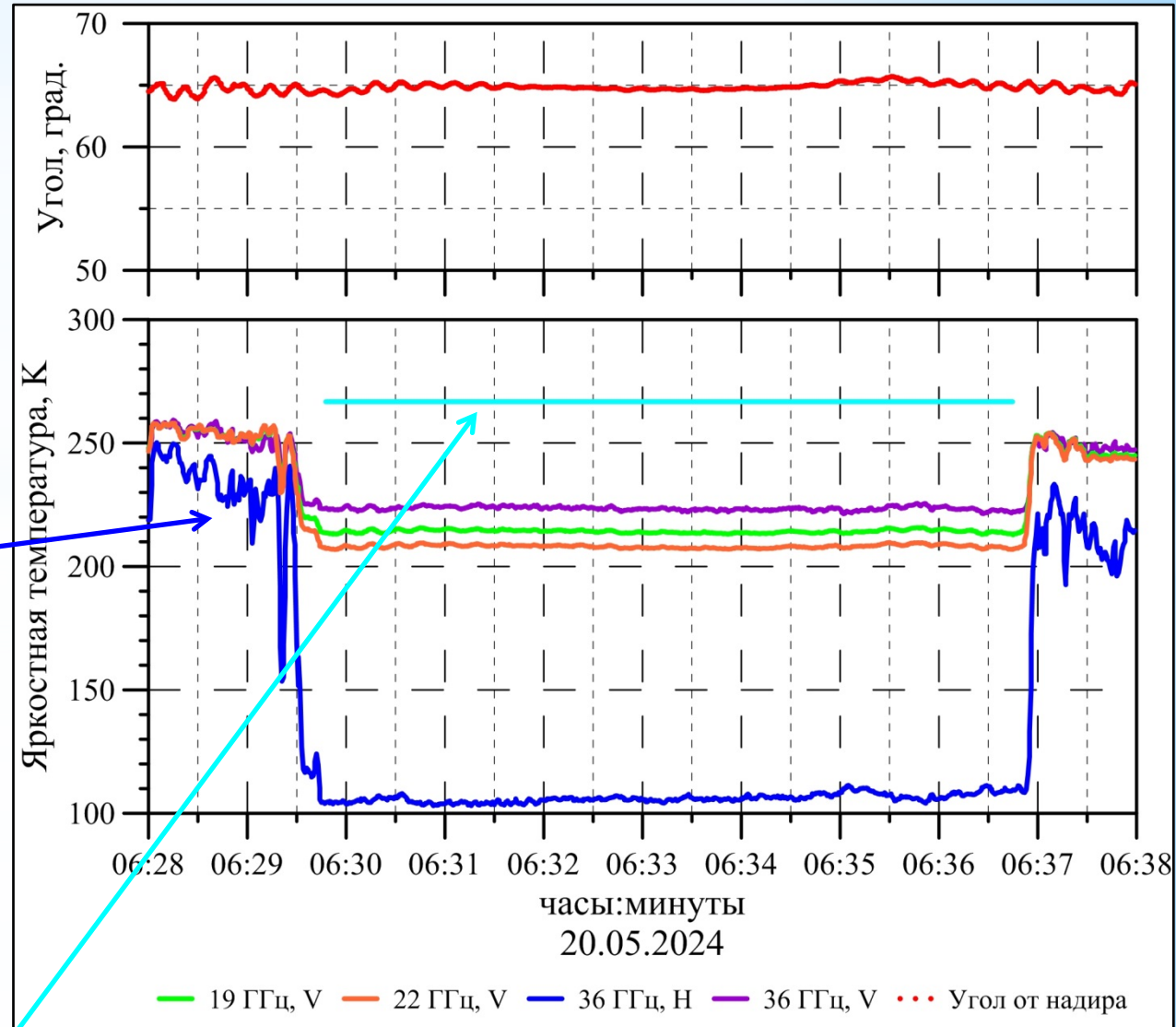
ЭКСПЕДИЦИЯ «ЛЕД-СМП-1/2024»

Обработка экспериментальных данных. Режим МТВЗА-ГЯ

сплошной ледяной покров



открытая водная поверхность



однотипная поверхность

ЭКСПЕДИЦИЯ «ЛЕД-СМП-1/2024»

Обработка экспериментальных данных. Формулы. Эталонные данные

$$T_{\text{я}}^{V,H} = \chi^{V,H} T_{\text{эф}} + (1 - \chi) T_{\text{а}}^{V,H}$$

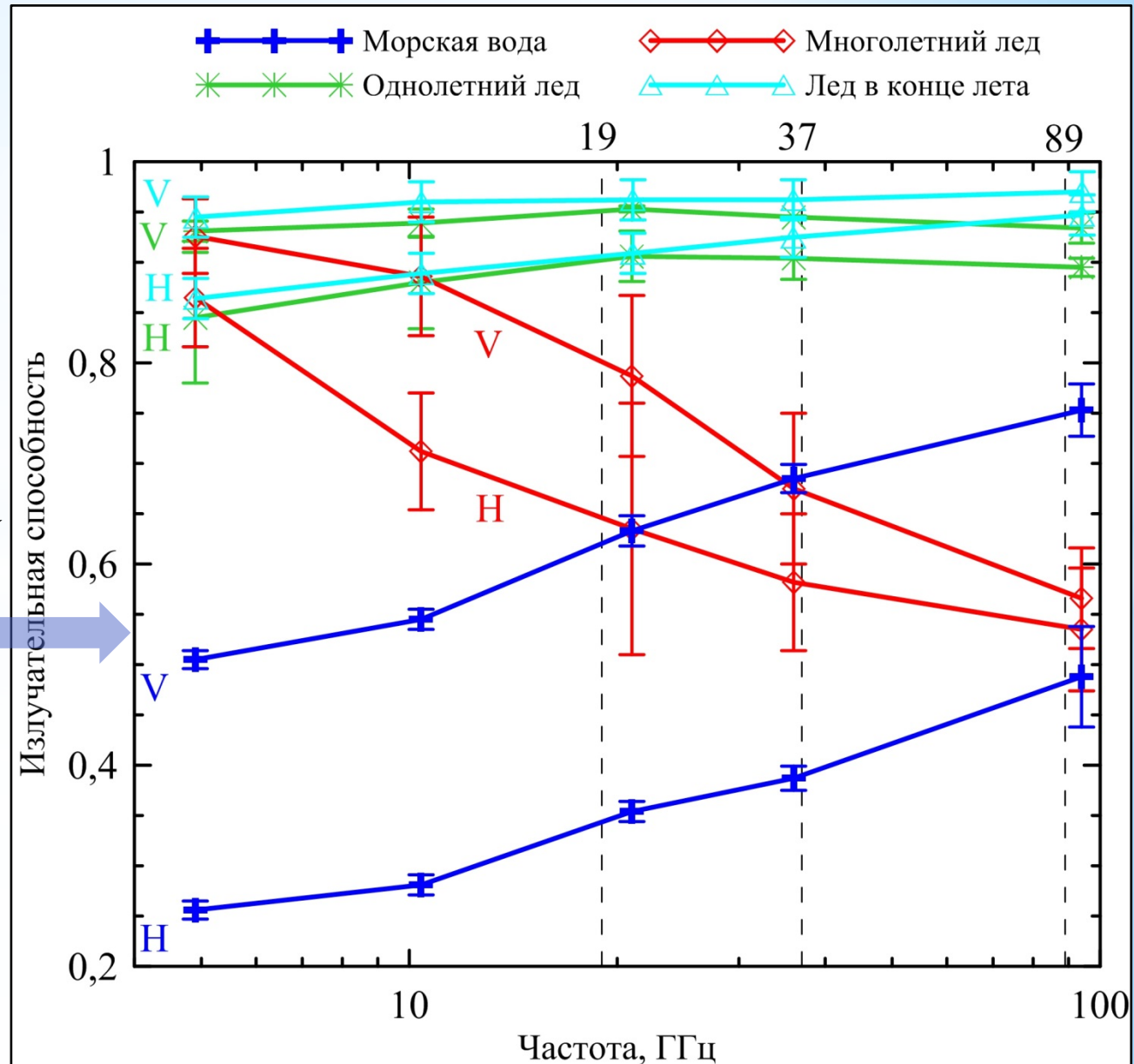
$$\chi^{V,H} = \frac{T_{\text{я}}^{V,H} - T_{\text{а}}^{V,H}}{T_{\text{эф}} - T_{\text{а}}^{V,H}}$$

Измерения

Результаты норвежского эксперимента по дистанционному зондированию «NORSEX», проводимого в прикромочной зоне к северу от Шпицбергена осенью 1979 года.

Результаты международного эксперимента «MIZEX», проводимого в проливе Фрама в июне-июле 1983 и 1984 г. Угол зондирования 50°.

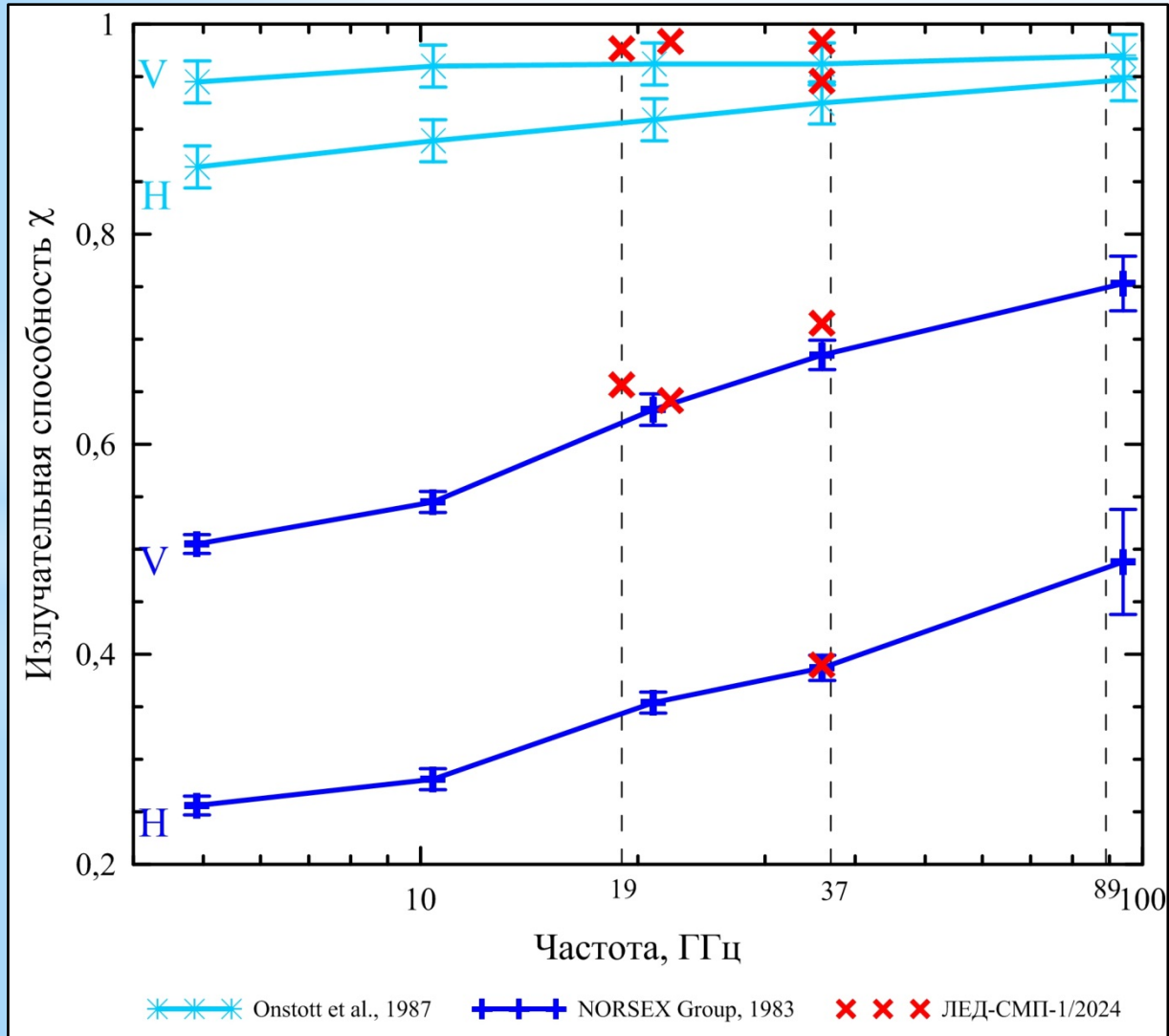
1. NORSEX Group. Norwegian remote sensing experiment in a marginal ice zone // Science. 1983. Vol. 220(4599). P. 781– 787.
2. Onstott R.G., Grenfell T.C., Matzler C., Luther C.A., Svendsen E.A. Evolution of microwave sea ice signatures during early summer and midsummer in the marginal ice zone // J. Geophys. Res. 1987. Vol. 92. No. C7. P. 6825– 6835.



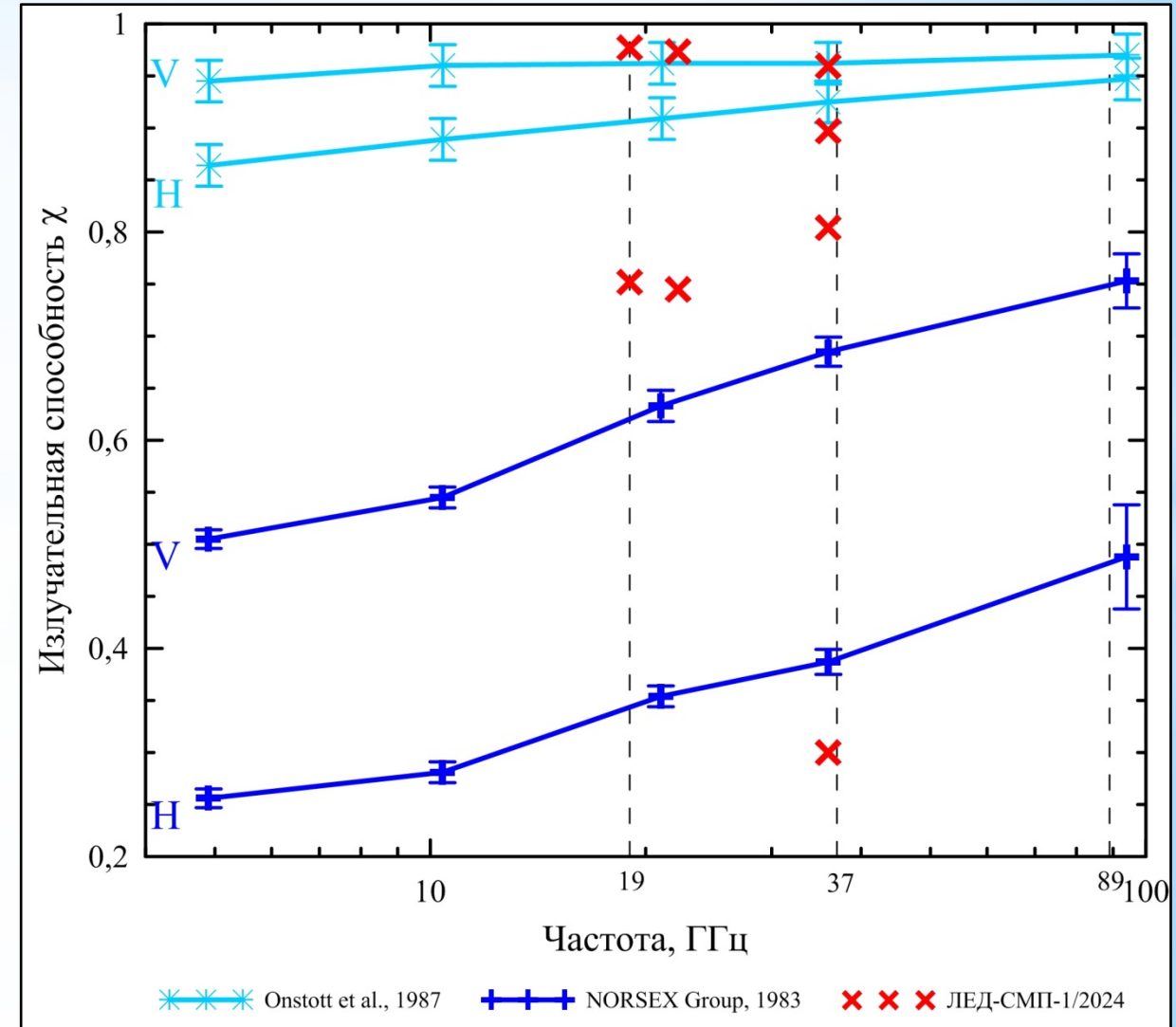
ЭКСПЕДИЦИЯ «ЛЕД-СМП-1/2024»

Обработка экспериментальных данных. Результаты

режим SSMIS/AMSR-2, угол 53°

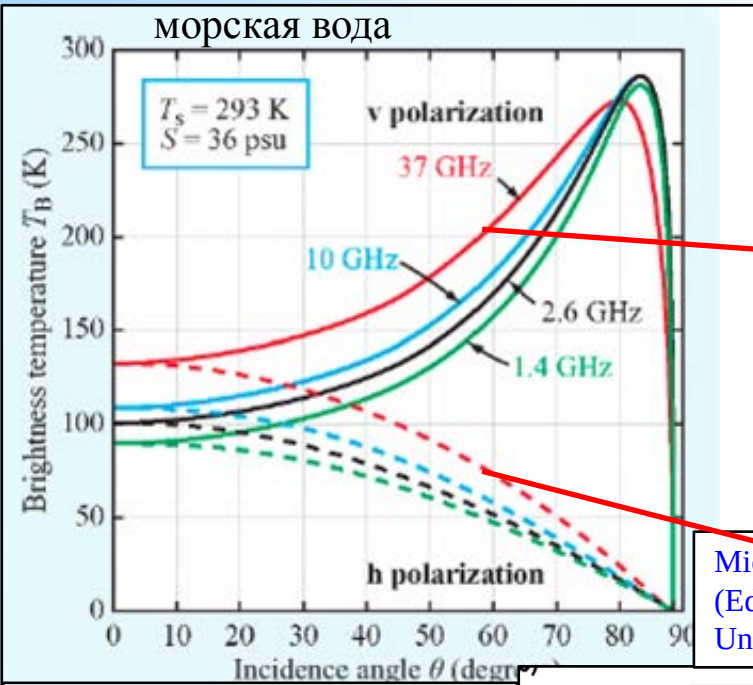


режим МТВЗА-ГЯ, угол 65°



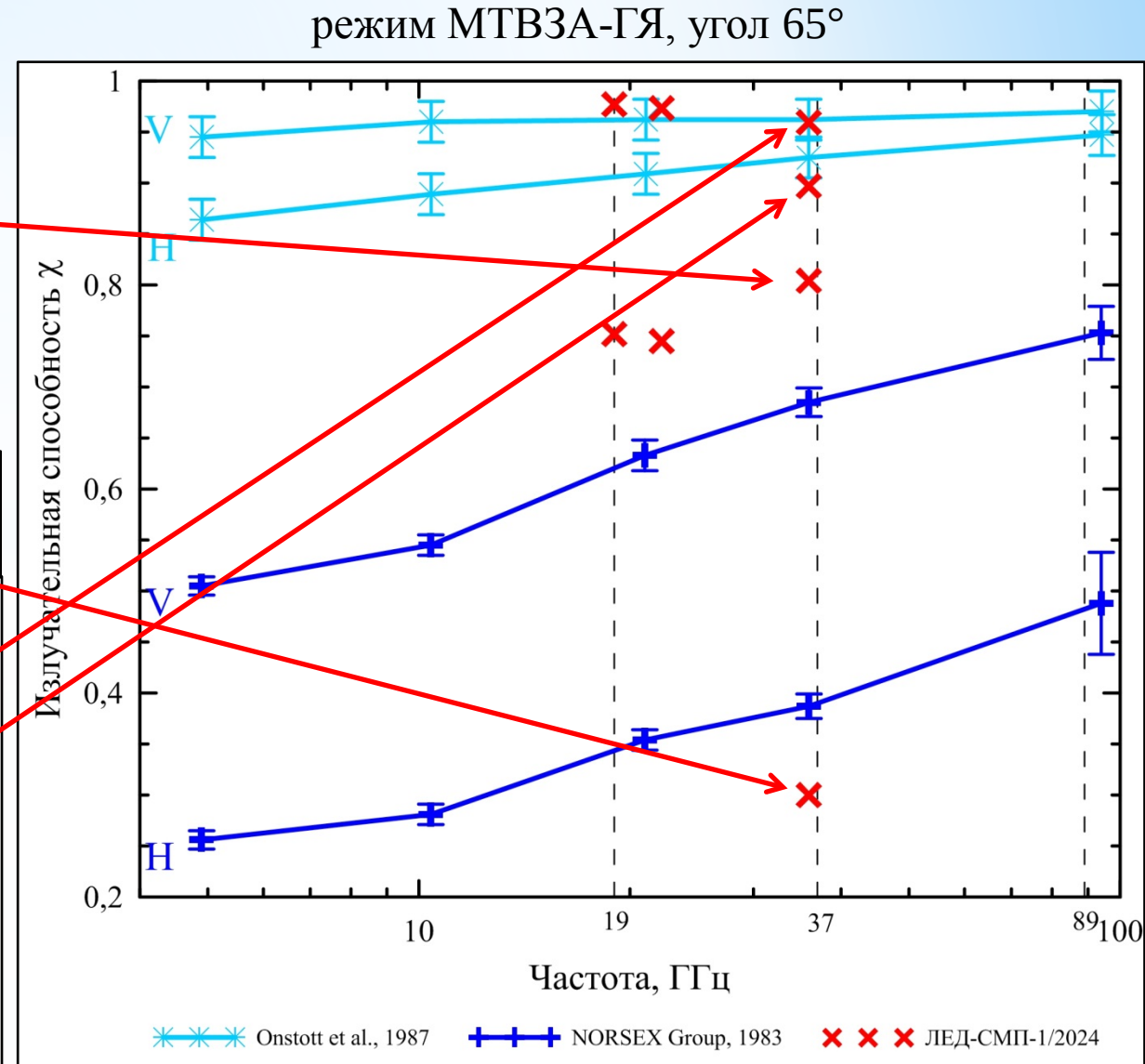
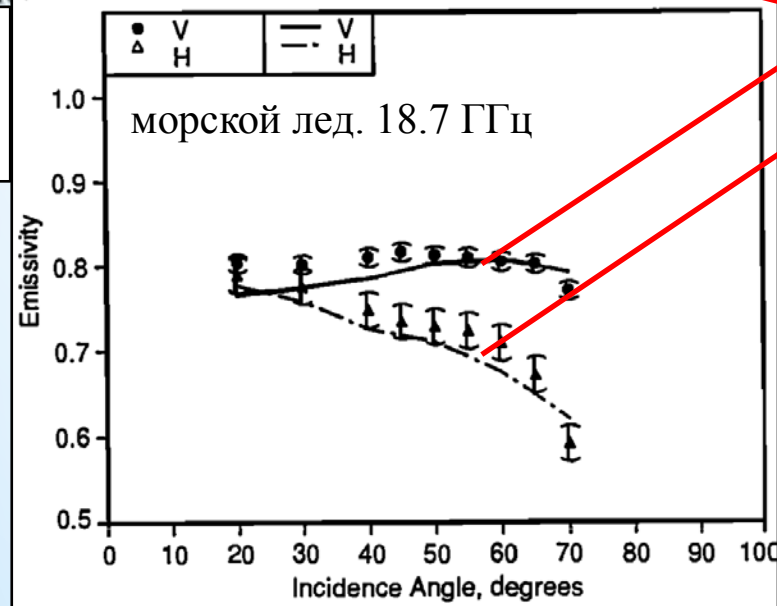
ЭКСПЕДИЦИЯ «ЛЕД-СМП-1/2024»

Обработка экспериментальных данных. Результаты



Microwave Remote Sensing of Sea Ice,
(Ed. F.D. Carse). American Geophysical
Union, 1992. 462 p. DOI: 10.1029/GM068

Ulaby F.T., Long D.G. Microwave
Radar and Radiometric Remote
Sensing. Univ. of Michigan Press.
2014. 984 p.



ВЫВОДЫ

Получены первые результаты эксперимента:

- совпадение с «классическими» экспериментальными результатами,
- впервые получены значения излучательной способности морского ледяного покрова и морской поверхности, измеренные под углом 65° на частотах 19 ГГц, 22,2 ГГц и 36 ГГц, что соответствуют геометрии наблюдения российского спутникового радиометра МТВЗА-ГЯ.

ПЛАНЫ

Дальнейшая обработка экспериментальных данных:

- определение излучательной способности ниласа, битых льдов, техногенных льдов,
- определение диэлектрических свойств различных льдов.

ПУБЛИКАЦИИ

1. Алексеева Т.А., Сероветников С.С., Макаров Е.И., Бородкин В.А., Ермаков Д.М., Тихонов В.В., Кузьмин А.В., Афанасьева Е.В., Котельников В.Д., Юскаев Д.Ю., Козловский Е.В. Влияние интенсивного судоходства на изменение строения и динамики ледяного покрова в юго-западной части Карского моря // Проблемы Арктики и Антарктики. 2024. Т. 70. № 3. С. 323–337. <https://doi.org/10.30758/0555-2648-2024-70-3-323-337>.
2. Ермаков Д.М., Кузьмин А.В., Тихонов В.В., Алексеева Т.А., Сероветников С.С., Афанасьева Е.В., Котельников В.Д. Данные микроволновых радиометрических измерений комплексных подспутниковых наблюдений морского льда с атомного ледокола «Ямал» в мае 2024 года // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2024. Т. 21. № 5. С. 275-287. DOI: 10.21046/2070-7401-2024-21-5-275-287..
3. Тихонов В.В., Ермаков Д.М., Кузьмин А.В., Алексеева Т.А., Сероветников С.С., Афанасьева Е.В., Котельников В.Д. Первые результаты обработки данных подспутникового микроволнового радиометрического эксперимента экспедиции «ЛЕД-СМП-1/2024» // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2025. Т. 22. № 6. Принята к опубликованию.

Обработка и анализ экспериментальных данных подспутникового микроволнового радиометрического эксперимента выполнены в рамках темы государственного задания Института космических исследований РАН «Мониторинг», гос. регистрация № 122042500031-8 (Тихонов В.В., Ермаков Д.М., Кузьмин А.В.). Проведение подспутниковых микроволновых радиометрических измерений с борта ледокола выполнено в рамках темы государственного задания Института космических исследований РАН «Мониторинг», гос. регистрация № 122042500031-8 (Ермаков Д.М., Кузьмин А.В.). Организация и выполнение комплексных ледовых и метеорологических наблюдений в рамках экспедиции ЛЕД-СМП-1/2024 поддержаны Российским научным фондом, грант № 23-17-00161 (<https://rscf.ru/project/23-17-00161/>) (Алексеева Т.А., Сероветников С.С., Афанасьева Е.В., Котельников В.Д., Тихонов В.В.). При разработке микроволнового радиометрического комплекса частично использованы программно-аппаратные решения, полученные в рамках темы государственного задания Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН «Космос-2», гос. регистрация № 0030-2019-0008.

Авторы благодарят сотрудников ИРЭ РАН М.Т.Смирнова, В.П.Саворского и Б.Г.Кутузу за содействие в подготовке подспутникового эксперимента.

Спасибо!

