Двадцать четвертая международная **конференция**
"СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА"
09 - 13 ноября 2026 г., Москва

ИКИ ИНСТИТУТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Секция: ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ КРИОСФЕРНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ

Использование данных дистанционного зондирования при исследовании изменчивости характеристик разрывов в ледяном покрове морей Лаптевых и Восточно-Сибирского

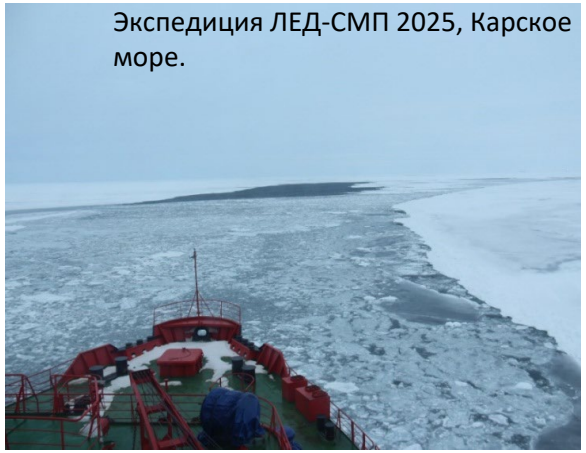
Ершова А.А.
Бойкая Е.Г.
Дымент Л.Н.
Кортикова К.Г.

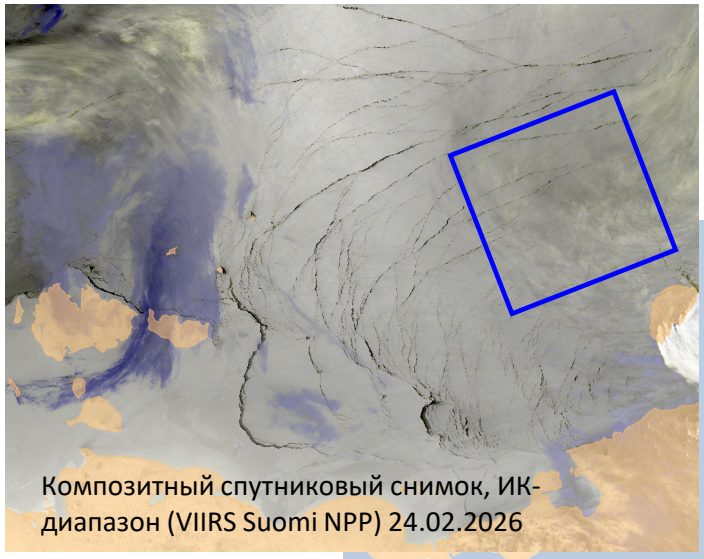
ААНИИ Арктический и антарктический научно-исследовательский институт

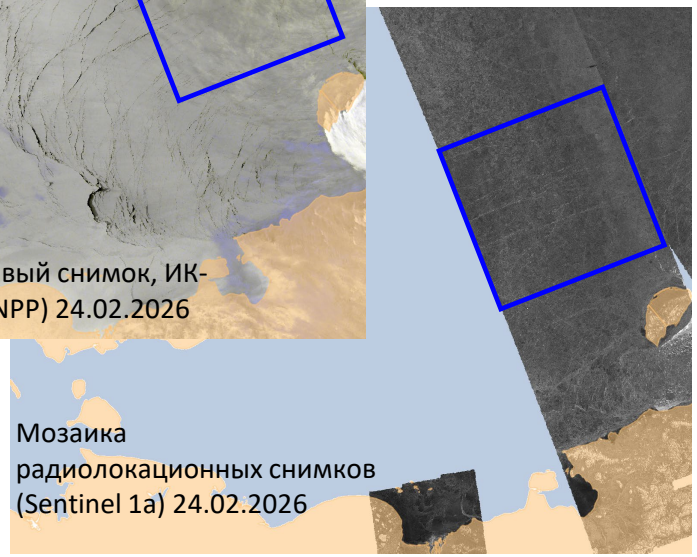
• Разрывы в морском ледяном покрове

Основные характеристики, определяющие разрывы – их **преобладающая ориентация** и **пространственная плотность**

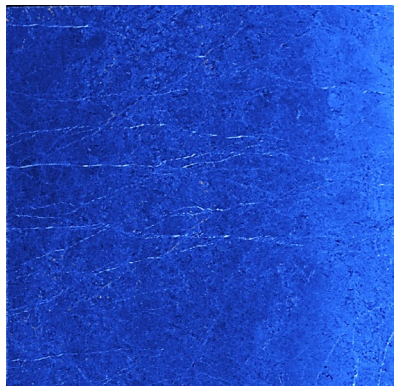


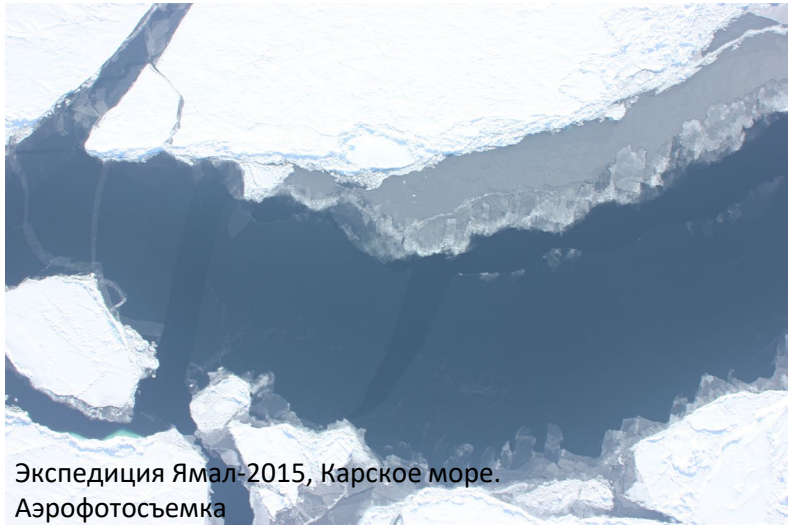

Экспедиция ЛЕД-СМП 2025, Карское море.


Композитный спутниковый снимок, ИК-диапазон (VIIRS Suomi NPP) 24.02.2026


Мозаика радиолокационных снимков (Sentinel 1a) 24.02.2026

Радиолокационный снимок (выделенная сцена). Sentinel 1a. 24.02.2026

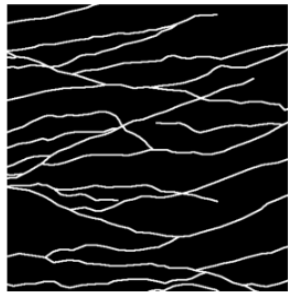


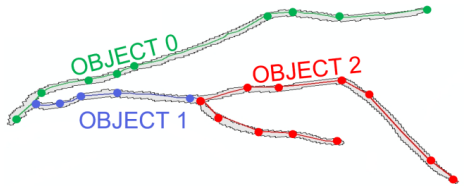

Экспедиция Ямал-2015, Карское море. Аэрофотосъемка

ААНИИ

- Исходные данные:







ID	OBJECT	LAT	LON
0	0	76.685	149.798
1	0	76.714	150.279
2	0	76.727	150.511
3	0	76.757	150.617
…	…	…	…

Спутниковые снимки VIIRS (SuomiNPP)

- 375 м
- 3000 км
- ИК-диапазон
- ноябрь-апрель 2012–2025 гг.

композитные 3х-канальные снимки из архива ААНИИ (ИК-каналы I5 и I4), полученные с пункта приема-передачи спутниковой информации в г. Баренцбург

Спутниковые снимки MODIS /Terra

- 250 м
- 2330 км
- видимый диапазон
- март-апрель 2000–2025 гг.

композитные снимки Corrected reflectance (каналы 1, 3, 4)

Метод автоматического дешифрирования разрывов

сверточная нейронная сеть U-net+алгоритм «ветвления»

Электронный архив данных о разрывах

географические координаты концов прямолинейных участков каждого разрыва

ААНИИ

- Характеристики разрывов:

- ***Модальная ориентация разрывов*** α_m **–**направление, для которого суммарная протяженность разрывов, ориентация которых попадает в модальный интервал $\alpha_m \pm 20°$, является наибольшей.

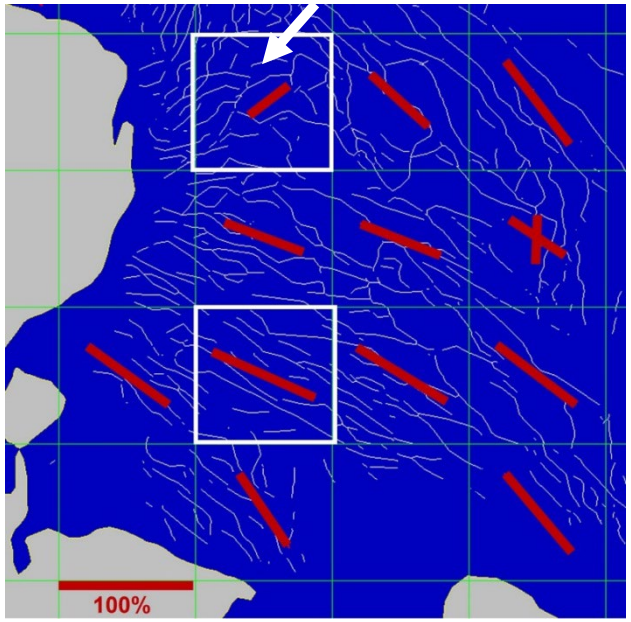
- ***Обеспеченность модального интервала*** P_m **–**

$P_m = \frac{\sum l_{(\alpha_m \pm 20°)}}{\sum l} \cdot 100\%$ – показывает устойчивость ориентации разрывов

- ***Удельная длина разрывов***

$L = \frac{\sum l_i}{S}$ – характеризует плотность расположения разрывов в пространстве, м/км^2

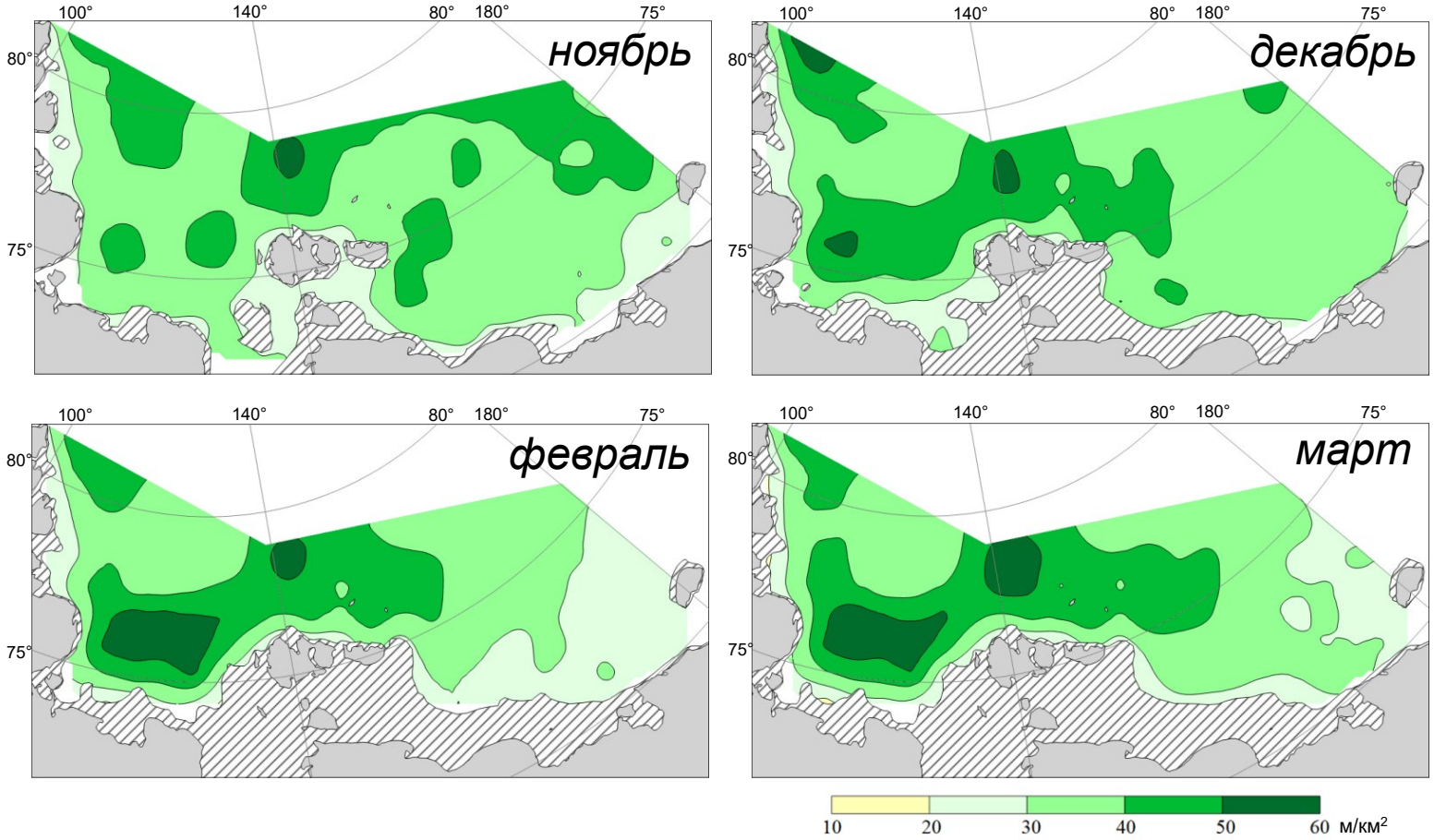
Осреднение по квадратам 100×100 км

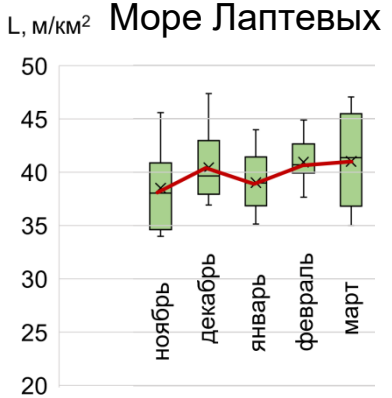


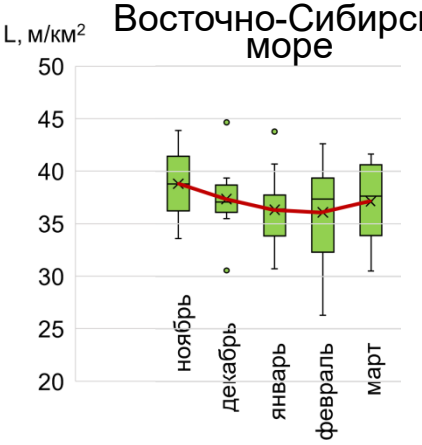
Верификация метода автоматической идентификации разрывов:					
сравнение модальной ориентации и удельной длины разрывов, рассчитанных по данным автоматического и ручного дешифрирования:	вид исходных данных	кол-во снимков	кол-во квадратов	среднее различие $\Delta\alpha_m$, °	среднее различие ΔL, м/км^2
	VIIRS, ИК-диапазон	689	23125	8	1,0
	MODIS, видимый диапазон	17	649	7	1,5

- Результаты:

Удельная длина разрывов по данным VIIRS 2012–2025 гг.



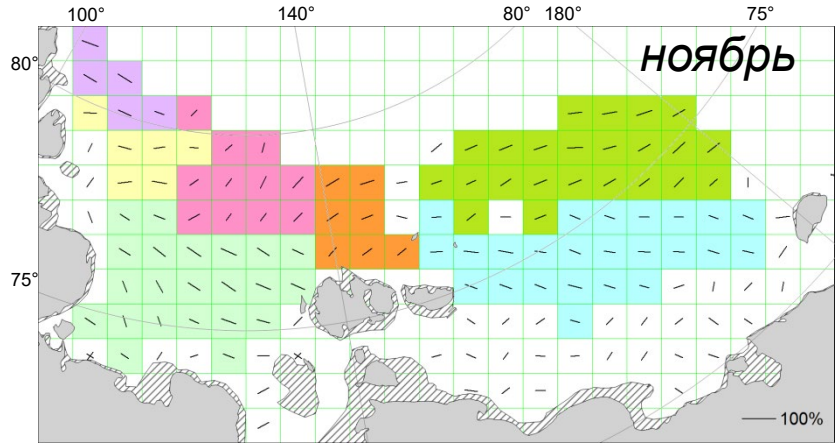


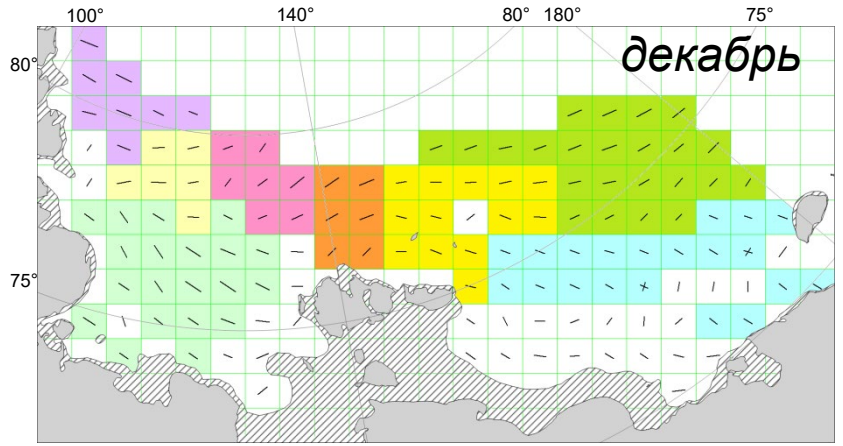


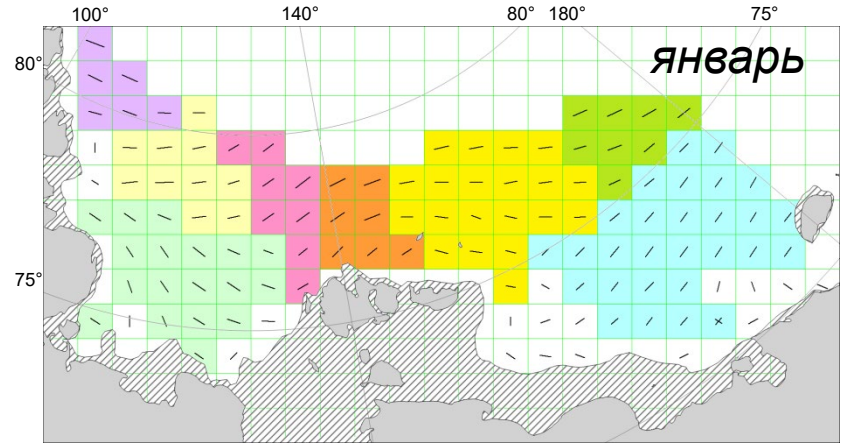
ААНИИ

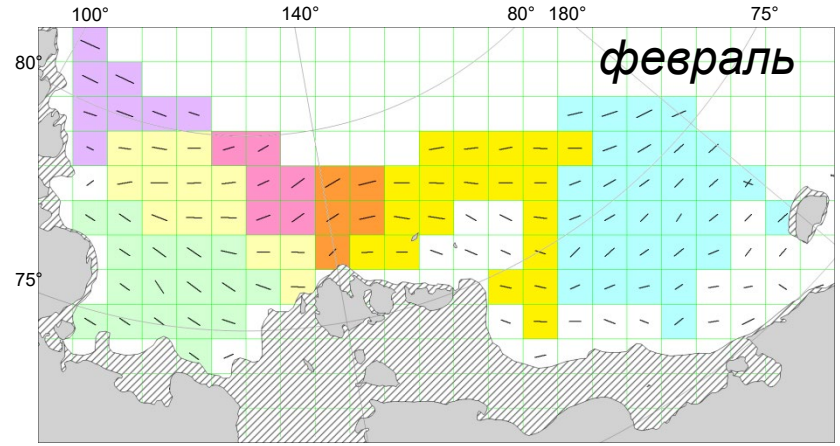
- Результаты:

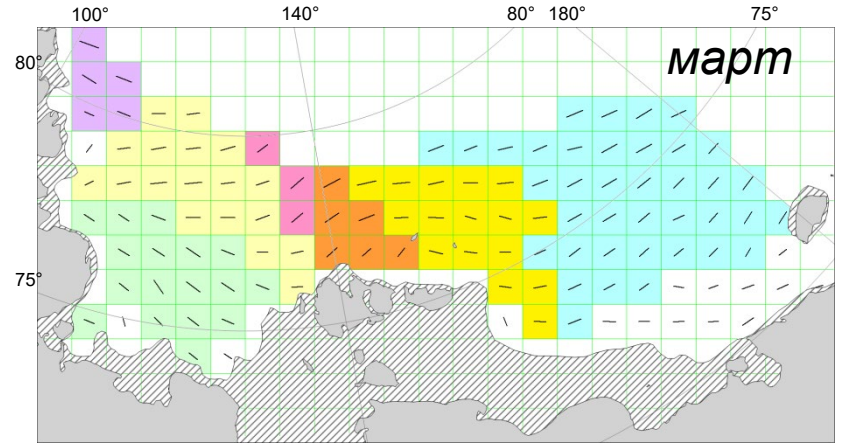
Климатическая модальная ориентация разрывов по данным VIIRS 2012–2025 гг.

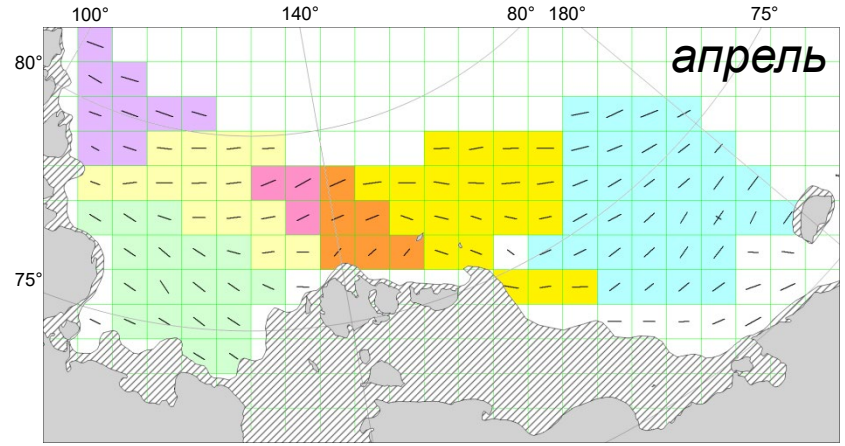








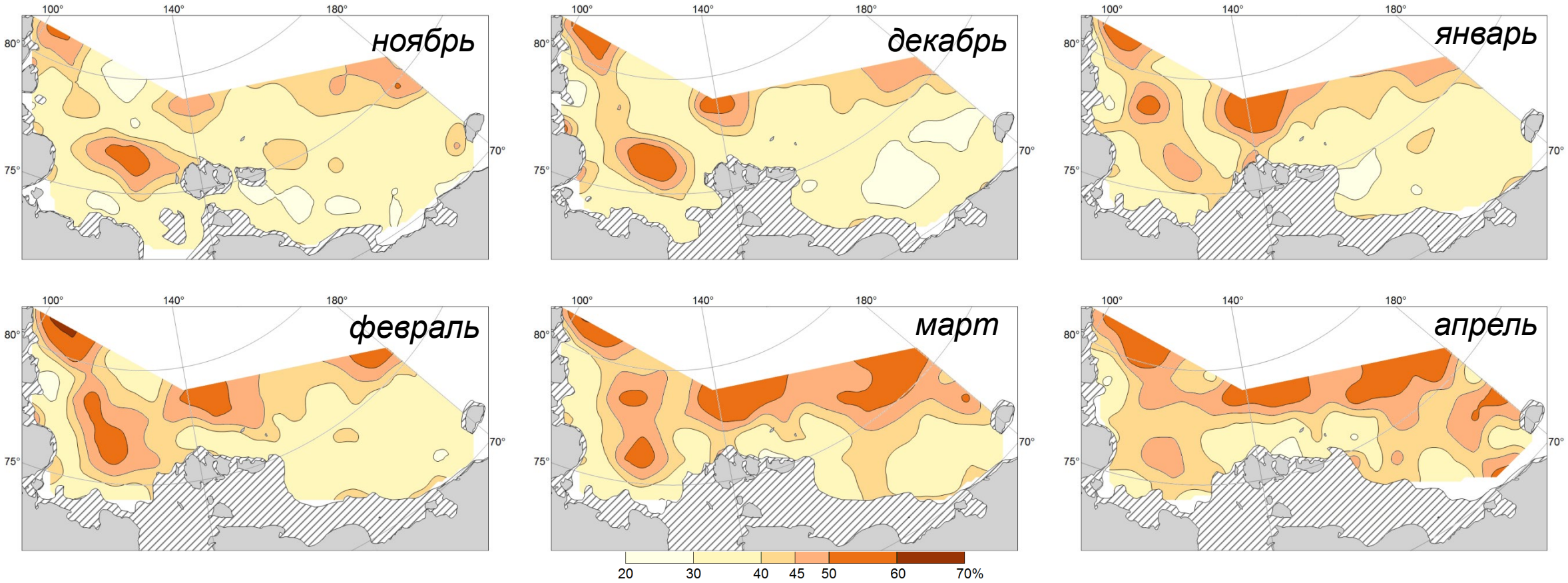




ААНИИ

- Результаты:

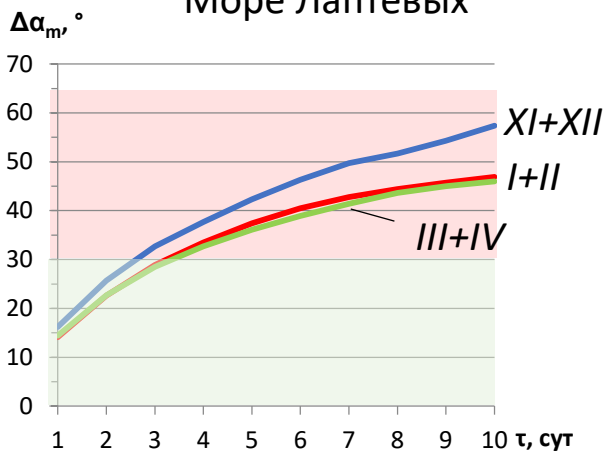
Обеспеченность климатического модального интервала ориентации разрывов по данным VIIRS 2012–2025 гг.



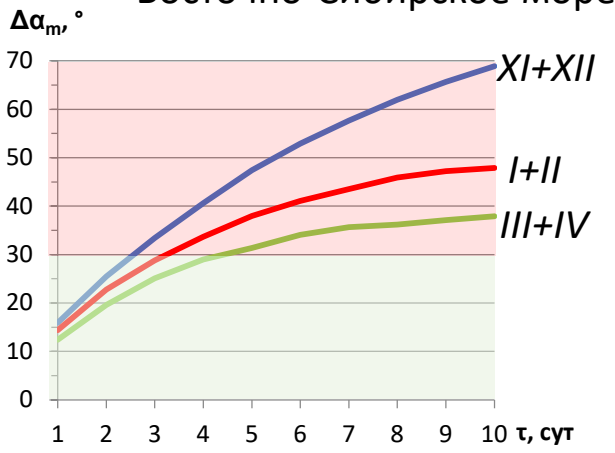
- Результаты:

Изменение модальной ориентации (α_m) разрывов в течение синоптического периода

Море Лаптевых



Восточно-Сибирское море

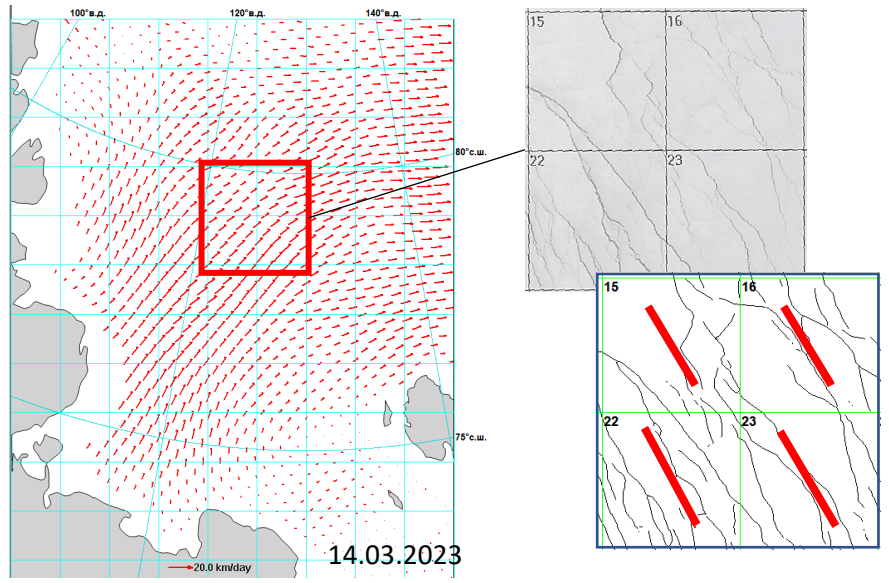


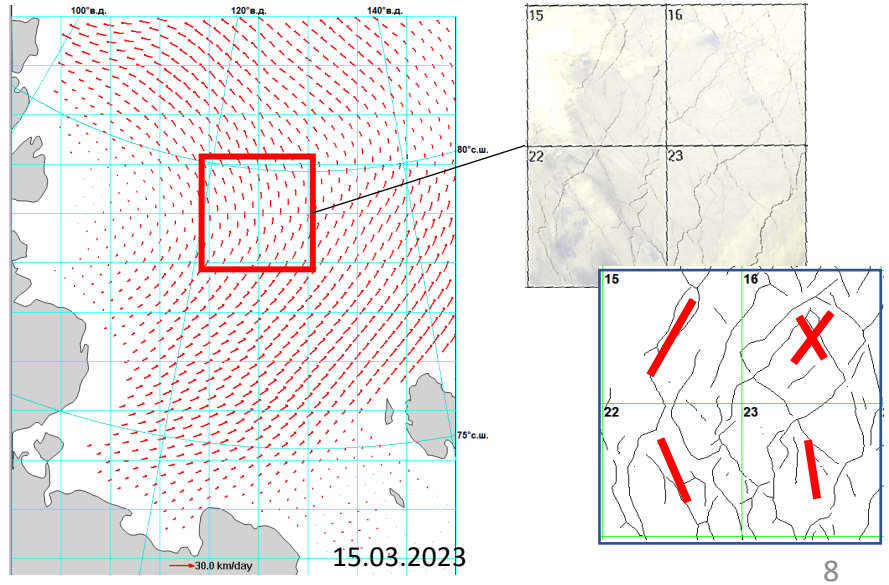
2 последовательных дня:

- *88% всех случаев – изменение $\alpha_m < 30°$*

- *5% –изменения $\alpha_m \geq 30°$*
- *7% – сохранение α_m при уменьшении ее устойчивости или появление второй моды*

✓ изменение направления дрейфа более чем на 15°
✓ скорость дрейфа более 10 км/сут



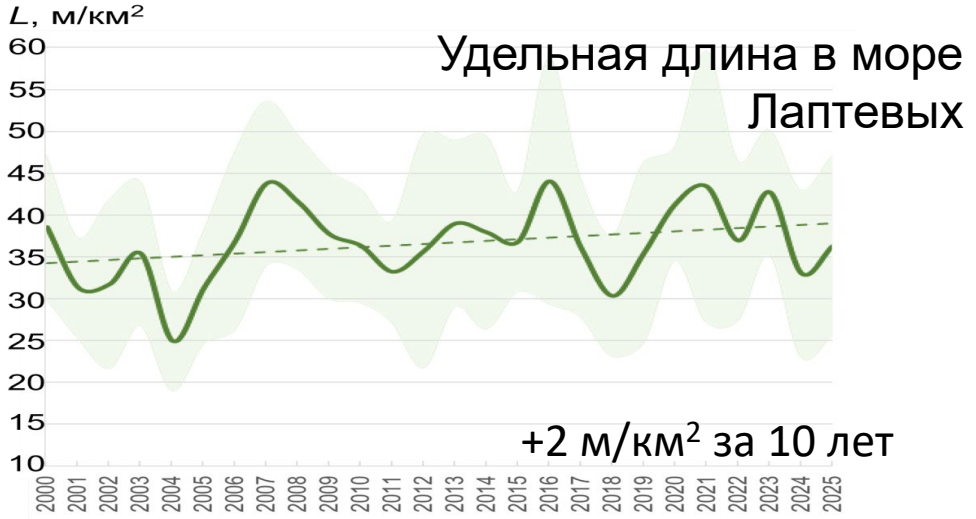


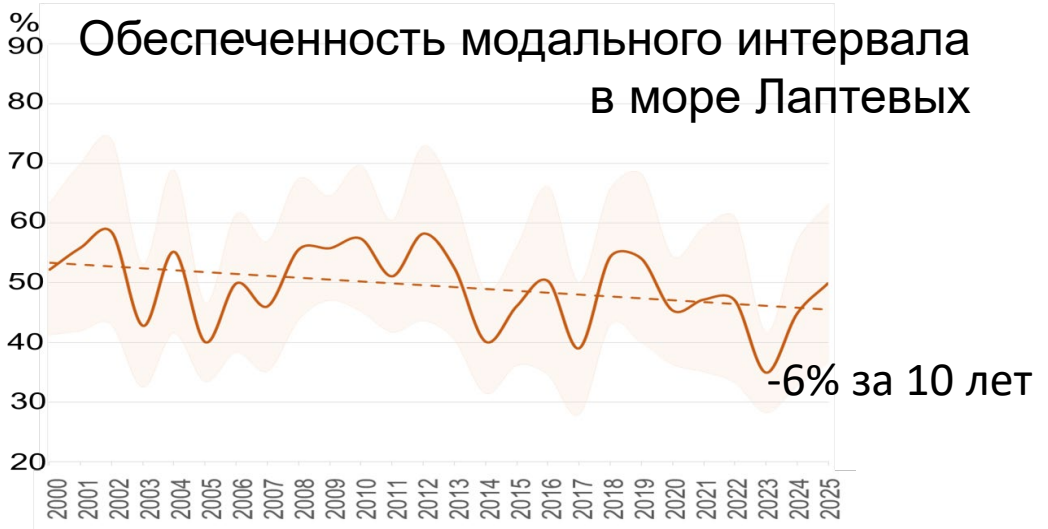
Polar Pathfinder Daily 25 km EASE-Grid Sea Ice Motion Vectors

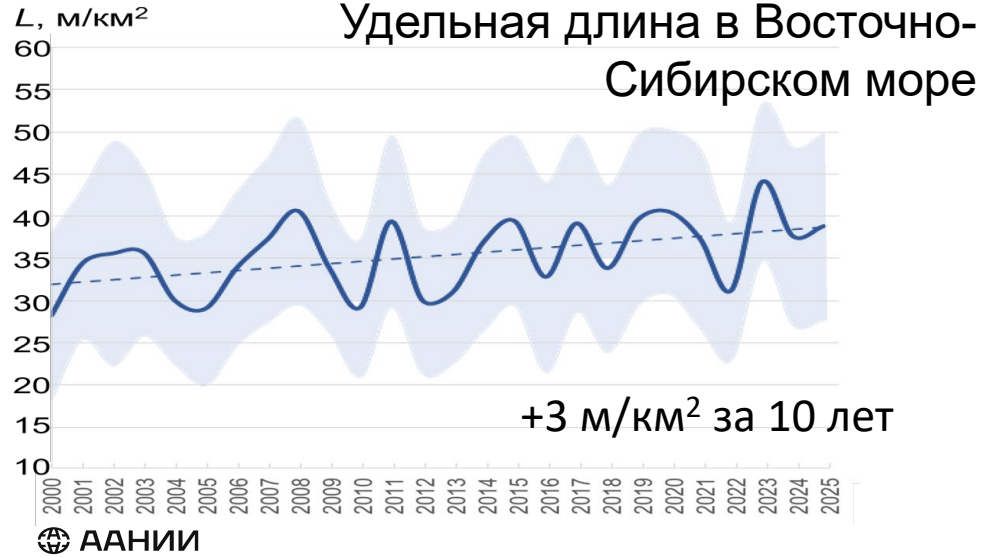
ААНИИ

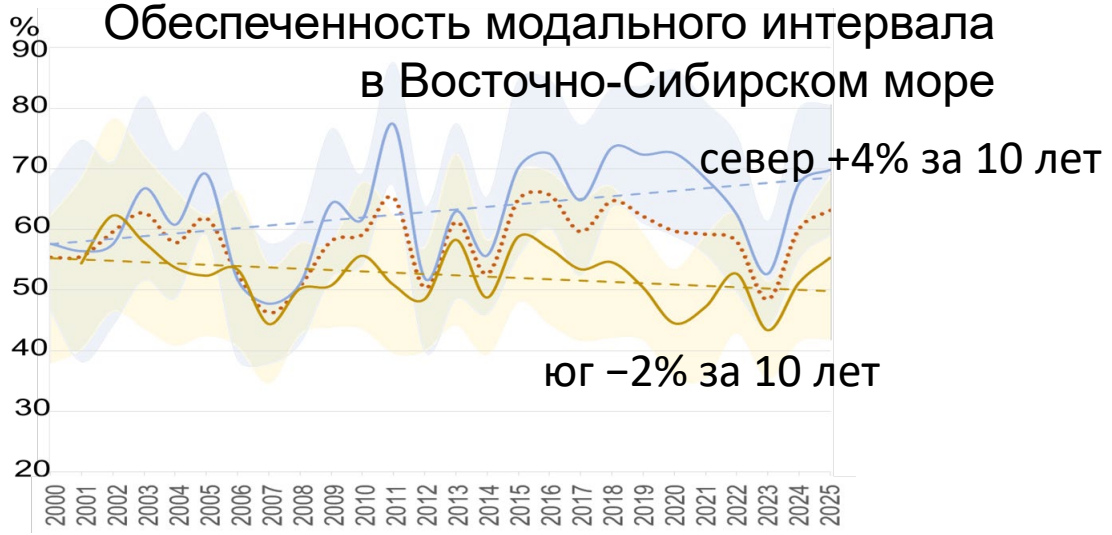
- Результаты:

Многолетние изменения характеристик разрывов в марте 2000-2025 гг. по данным MODIS/Terra:









• Финансирование

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 25-27-00008) «Исследование разрывов в ледяном покрове морей российской Арктики в современных условиях изменения климата», https://rscf.ru/project/25-27-00008/.

Бойкая Е. Г., Кортикова К. Г., Дымент Л. Н., Ершова А. А. Автоматическая идентификация разрывов в морском ледяном покрове по снимкам спутника SuomiNPP // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса.* 2025. Т. 22, № 6. С. 43–51.

Дымент Л.Н., Бойкая Е.Г., Ершова А.А., Кортикова К.Г., Порубаев В.С., Чиркова А.А. Электронный архив данных о разрывах в ледяном покрове арктических морей // *Проблемы Арктики и Антарктики.* 2026. Т.72, № 1. С.127–139.

Спасибо за внимание!

