

# Физическая география Мирового океана

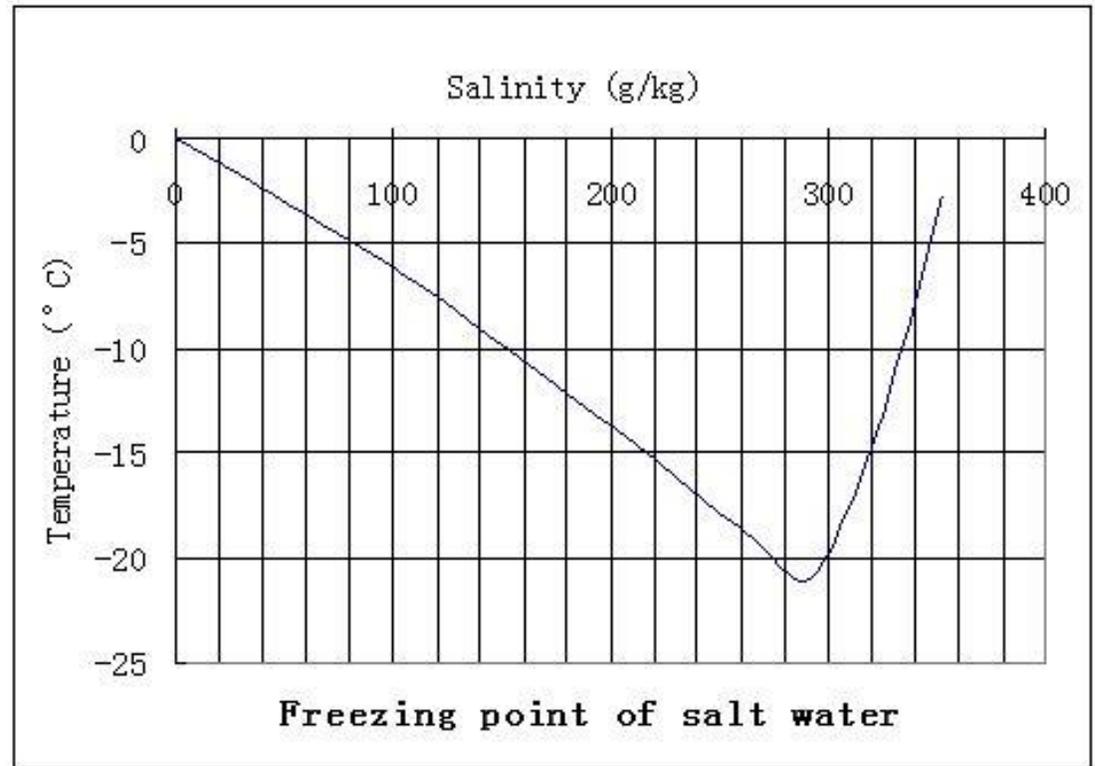
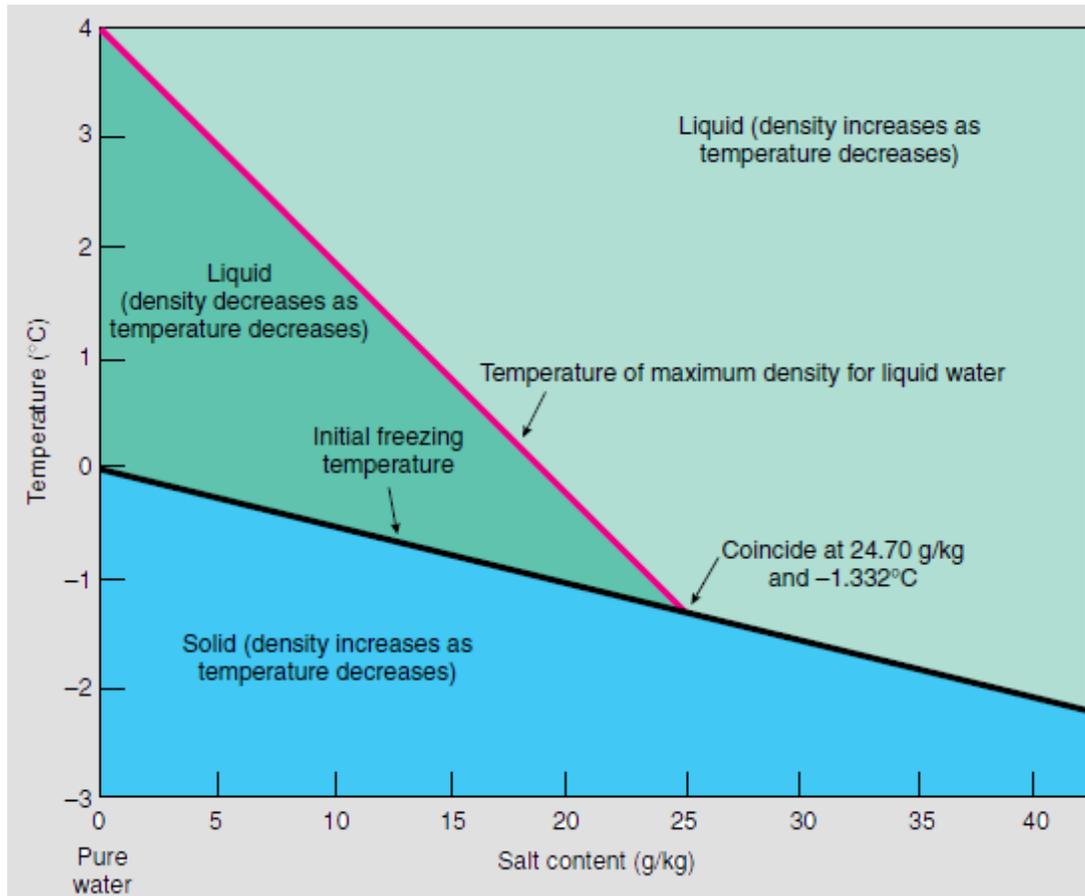
Лекция 7.  
Морской лёд.

доц. Ф. Н. Гиппиус

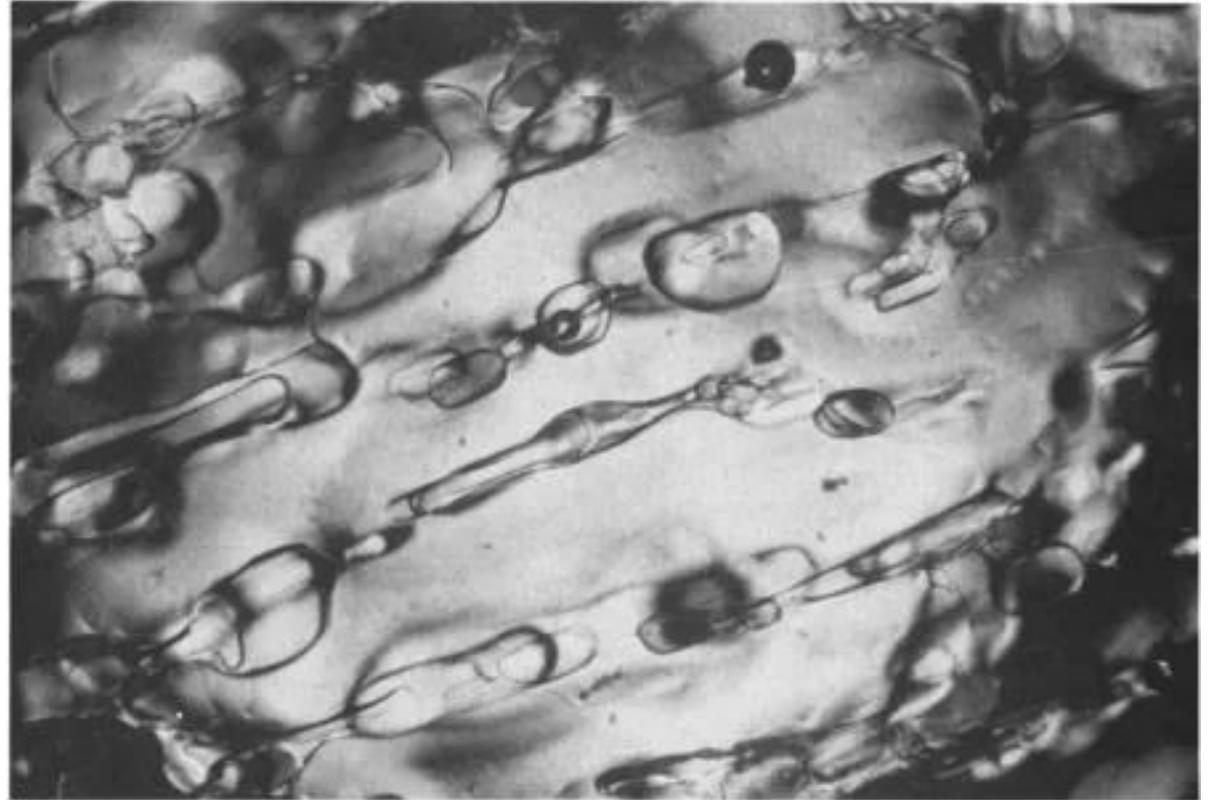
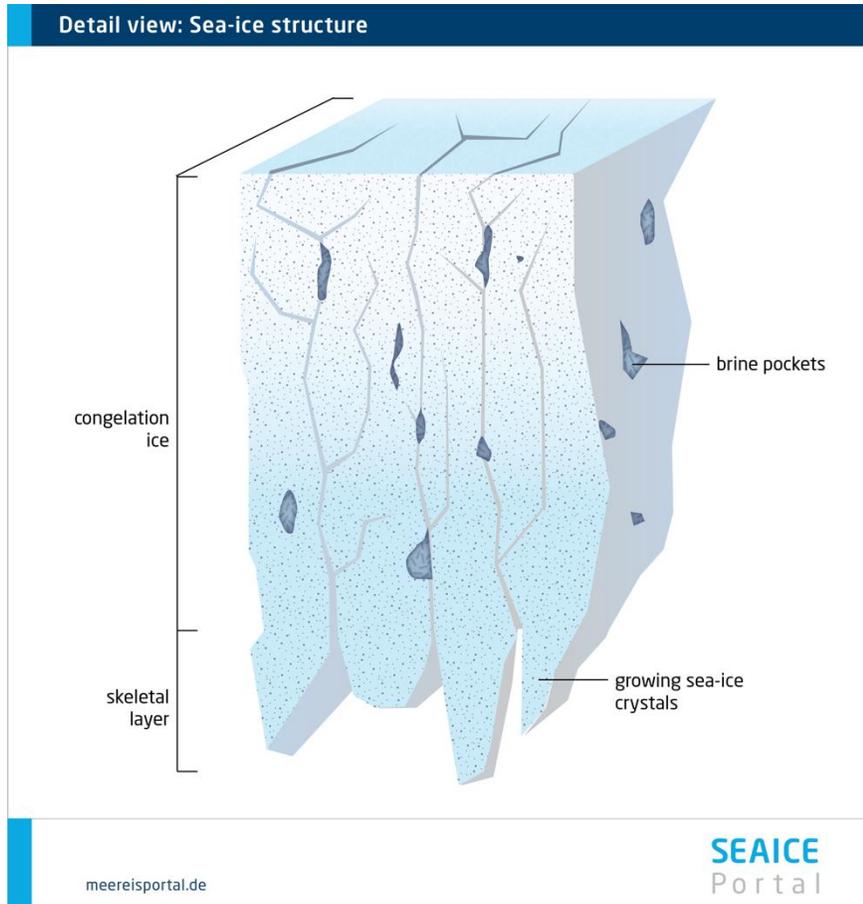
Кафедра океанологии МГУ имени М. В. Ломоносова

[gippiusfn@my.msu.ru](mailto:gippiusfn@my.msu.ru)

# Зависимость температуры замерзания от солёности

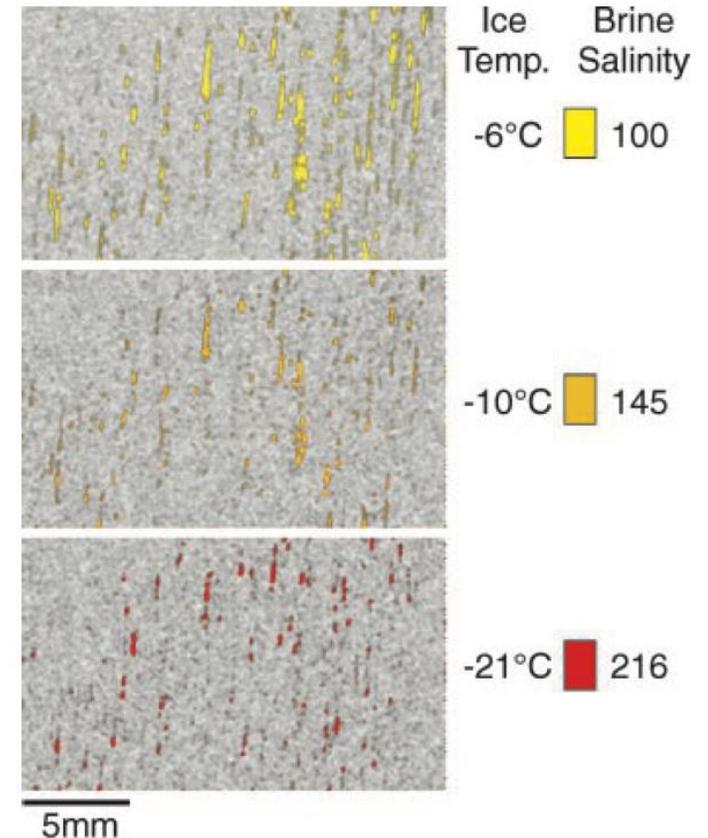
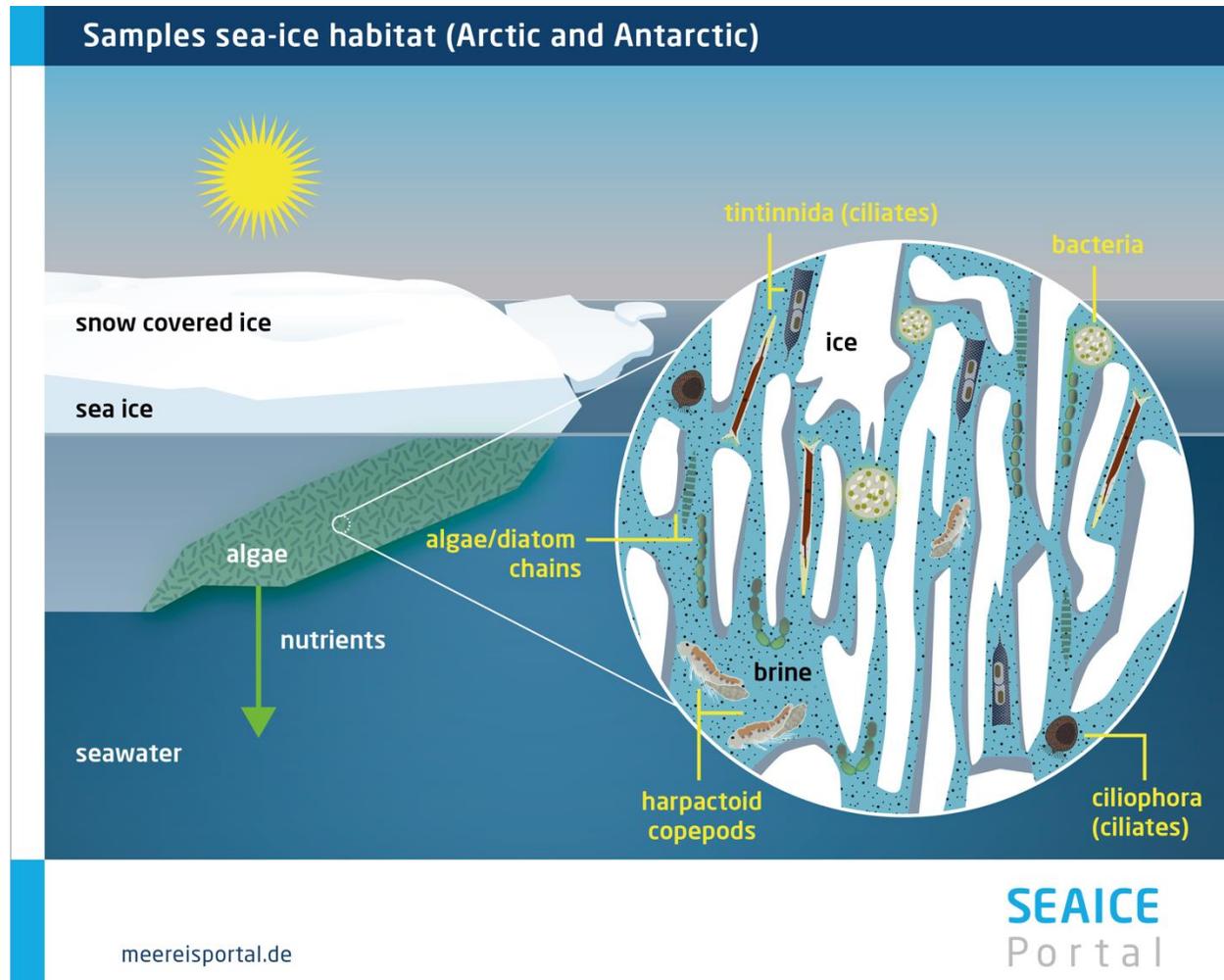


# Солевые ячейки



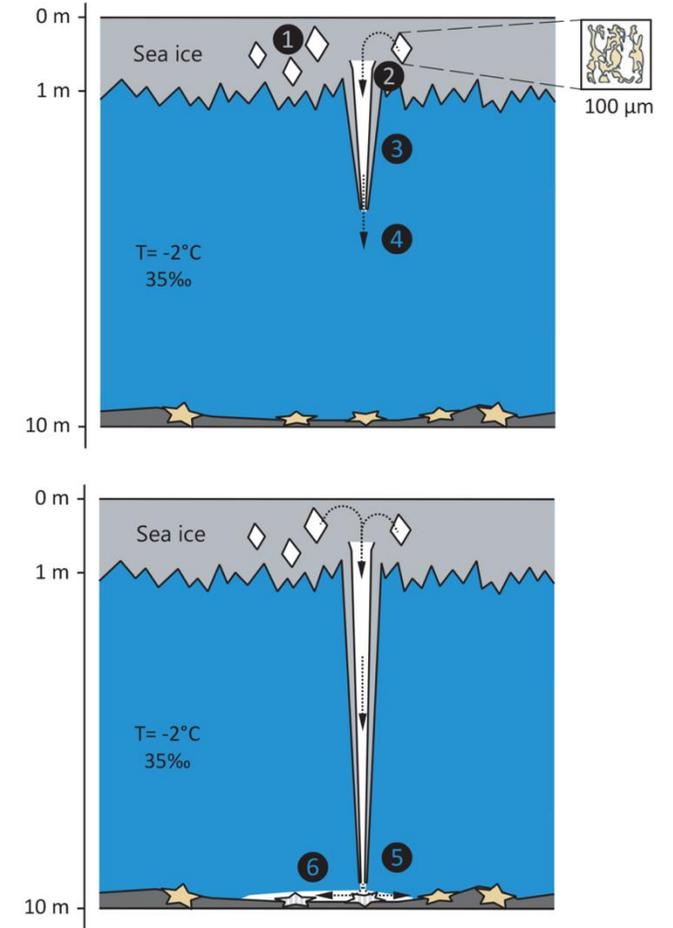
[Weeks and Assur, 1969]

# Солевые ячейки

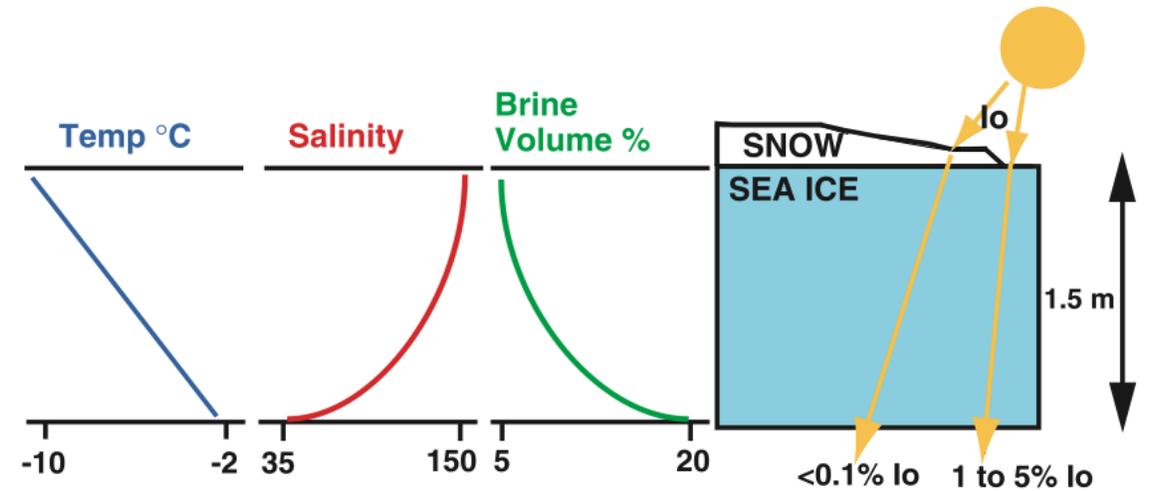
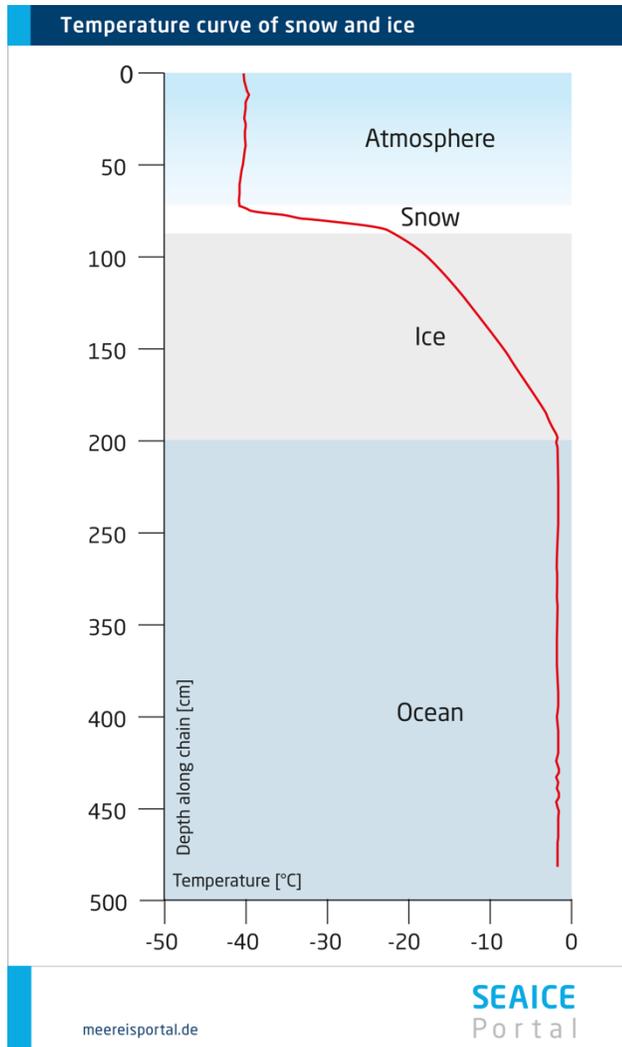


**Fig. 4.** Seawater has a salinity (in kilograms of salts per kilogram water) of 34. As ice consolidates, salts from the seawater are expelled to form brines that collect in brine channels and pores (40). This series of color-enhanced magnetic resonance images of the same piece of sea ice shows how the pore space and size reduces with decreasing temperature, with a corresponding increase in salinity of brines contained within the pores. [Adapted from (41), with permission from Elsevier Science]

# Brinicle (“Ice Finger of Death”)



# Вертикальное распределение температуры и солёности



**Fig. 2.** Gradients of temperature, salinity, and brine volume are established across an ice floe. The underside is always at the freezing point of seawater  $-1.8^{\circ}\text{C}$  and the top of the ice close to air temperature, although this is largely dependent on snow cover. The illustration shows how snow cover can significantly reduce the amount of incident irradiance ( $l_0$ ). [Adapted from (3), with permission from Springer-Verlag]

[Thomas, Dieckmann, 2002]

# Этапы развития морского льда, ледовая терминология

# Ледяные иглы



- Образуются при спокойной погоде;
- $\varnothing = 3-4$  мм

# Ледяное сало



- Образуется из смёрзшихся ледяных игл;
- Толщина около 0.5 см;
- Гасит капиллярные волны.

# Снежура



«Снежура образовалась из-за того, что встретились сильный снегопад и почти нулевая температура воды. Падающий на поверхность воды снег не растаял, а сбился в вязкую пластичную массу. В таком виде снежура плавает в поверхностном слое воды.»



# Нилас



- Образуется в спокойную погоду из ледяного сала;
- Эластичен, изгибается на небольшой волне;
- Гасит волнение;
- Толщина:
  - Около 2 см – тёмный нилас;
  - 7–8 см – светлый нилас;
  - 8–10 см – молодик.

# Блинчатый лёд



- Образуется из ниласа при ветре и волнении;
- $\varnothing$  до 2 м.

# Молодой лёд



- Серый лёд (10–15 см);
- Серо-белый лёд (15–30 см).

# Однолетний лёд



Тонкий лёд  
30–70 см



Лёд средней толщины  
70-120 см



Толстый лёд  
более 120 см

# Старый лёд



- Не растаял летом;
- Просуществовал 2 или более зим;
- Характерная черта – сглаженные торосы от сжатия.

# Айсберги



Пирамидальный айсберг:

- Образовались от выводных ледников;
- Основные источники возникновения в Арктике – Гренландия, Шпицберген, Земля Франца-Иосифа, Новая Земля, Северная Земля.

# Айсберги



Столовый айсберг:

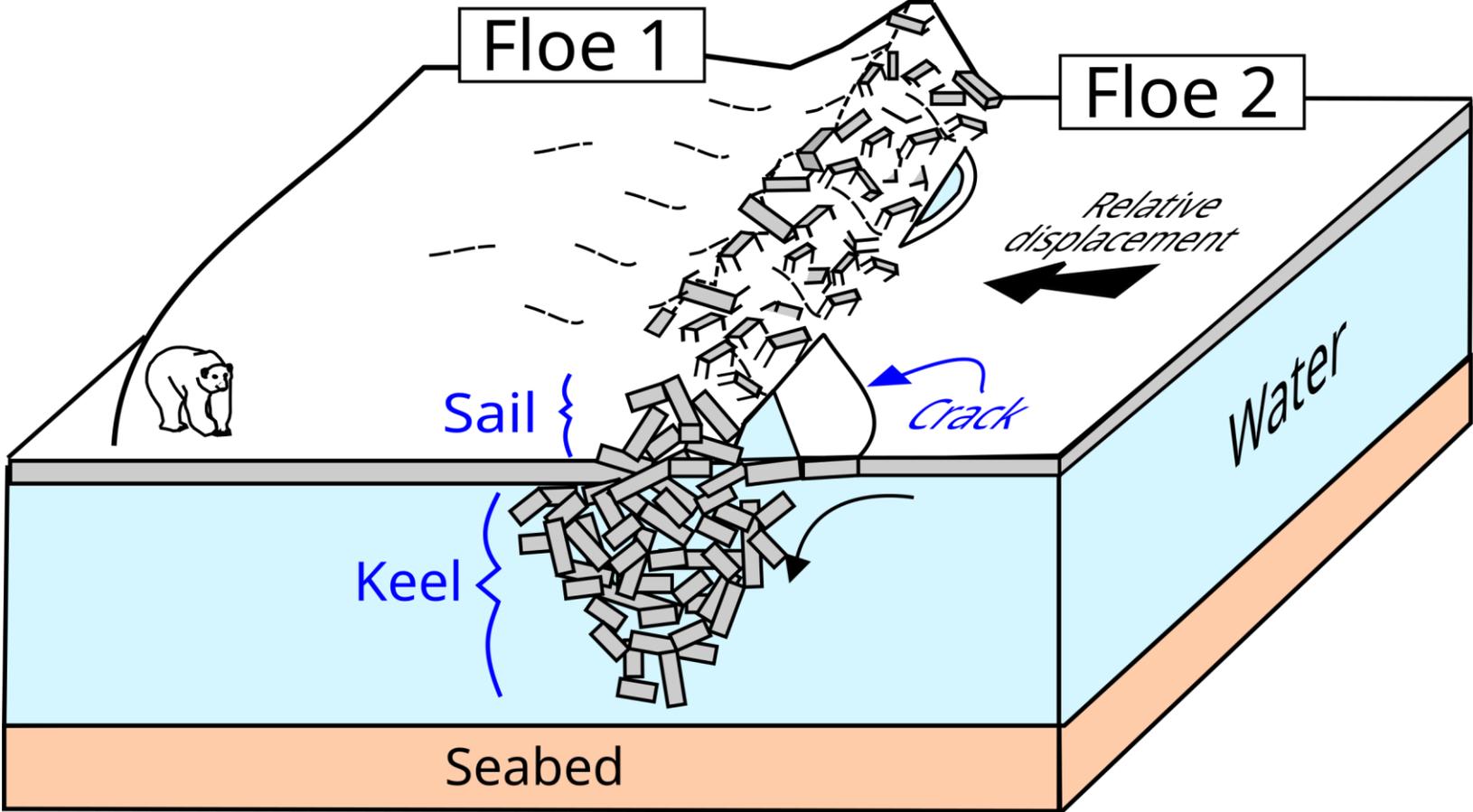
- Образовались от шельфовых ледников;
- Толщина – первые сотни метров в Антарктиде, 30–50 м в Арктике,

# Припай



- Неподвижный лёд, образующийся в прибрежных районах;
- Начинает развиваться и таять раньше, чем дрейфующий лёд;

# Topoc



# Стамухи

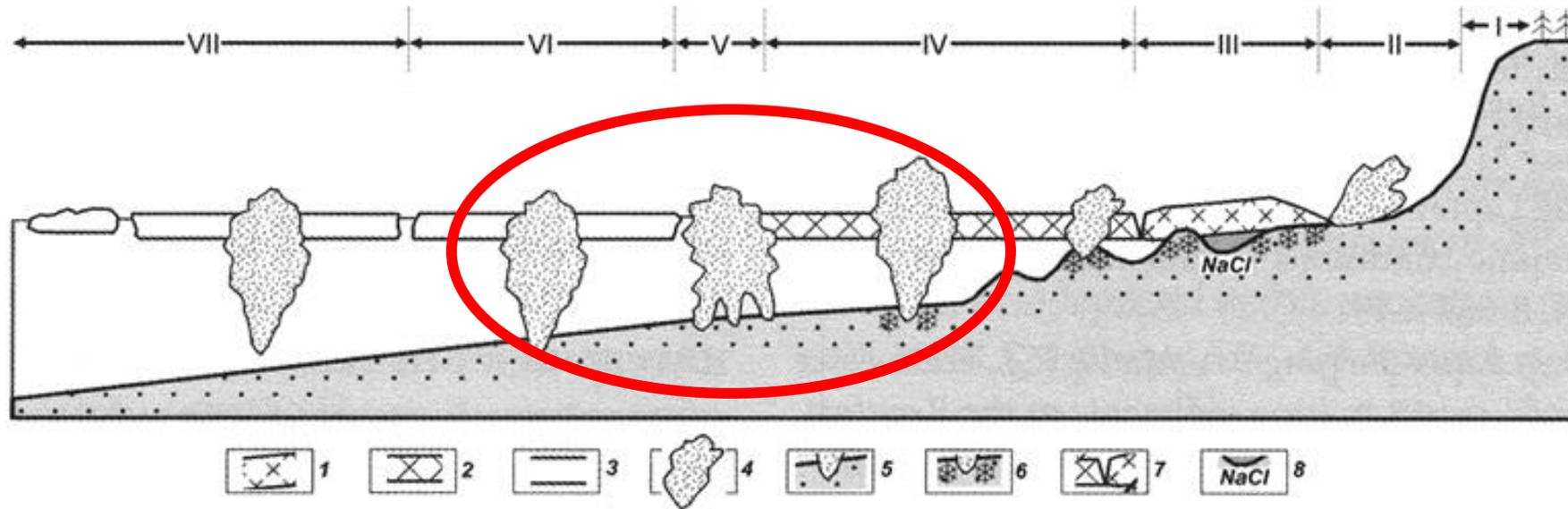
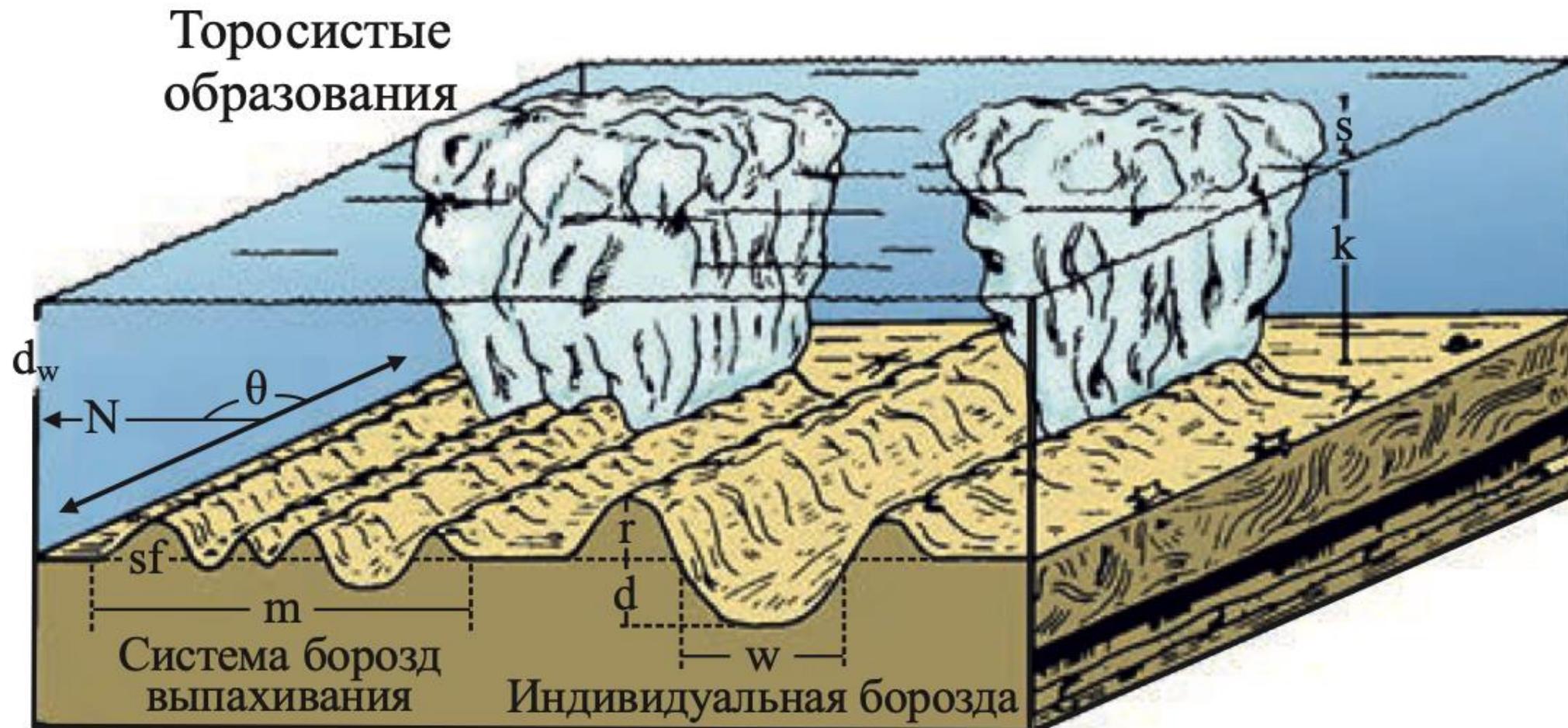


Рис. 1. Береговая зона замерзающего моря.

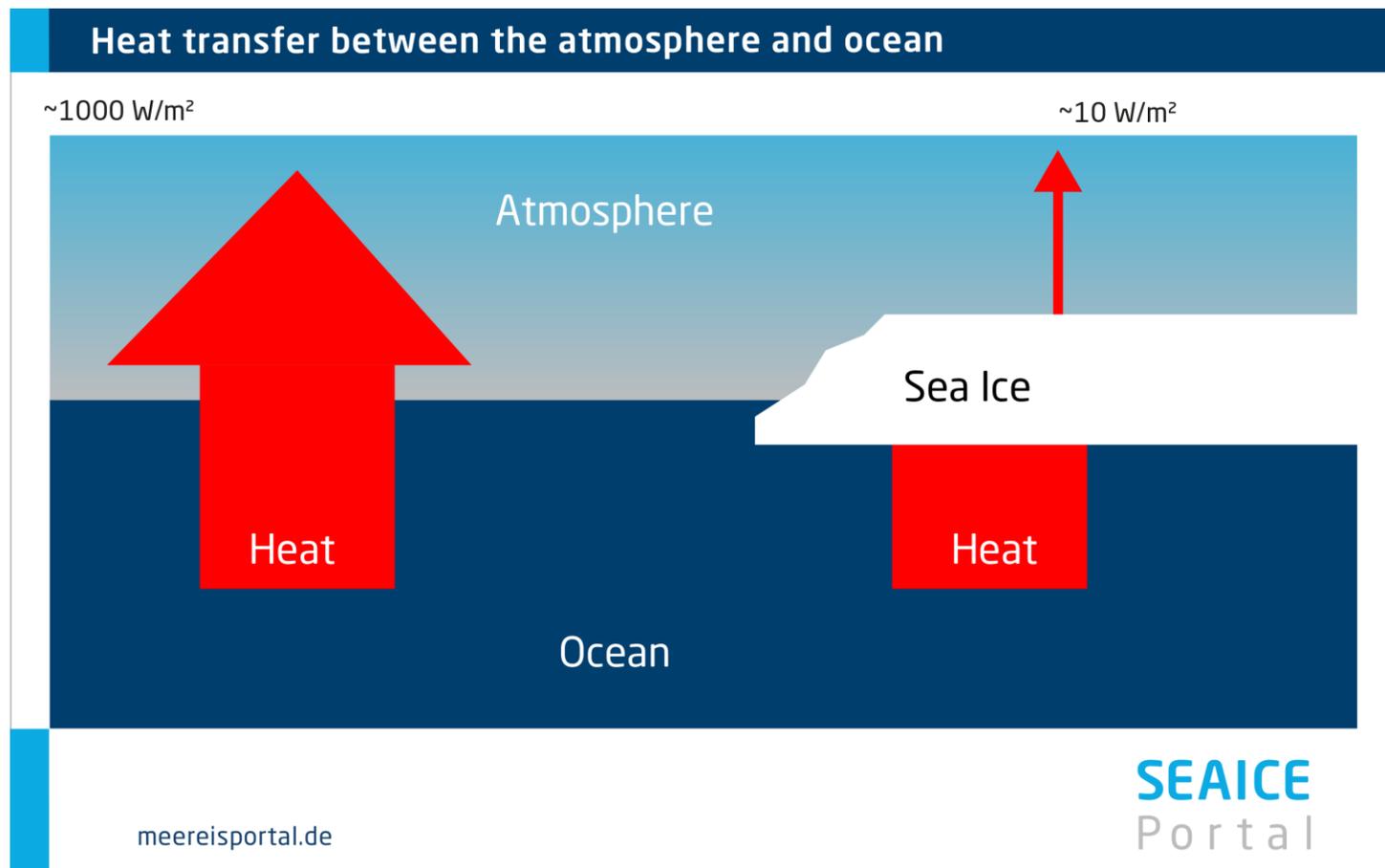
Условные обозначения: 1 – припай, смерзшийся с дном; 2 – припай «на плаву»; 3 – дрейфующие ледяные поля; 4 – торосистые ледяные образования (торосы, стамухи, ледяные плотины), навалы и надвиги льда на берег; 5 – внедрение кия тороса в грунт; 6 – формирование сезонно-мерзлых грунтов в контактной зоне лед – дно; 7 – приливная трещина; 8 – высокоминерализованные воды в межваловых ложбинах, криопеги

# Ледовая экзарация



# Лёд и взаимодействие океана и атмосферы

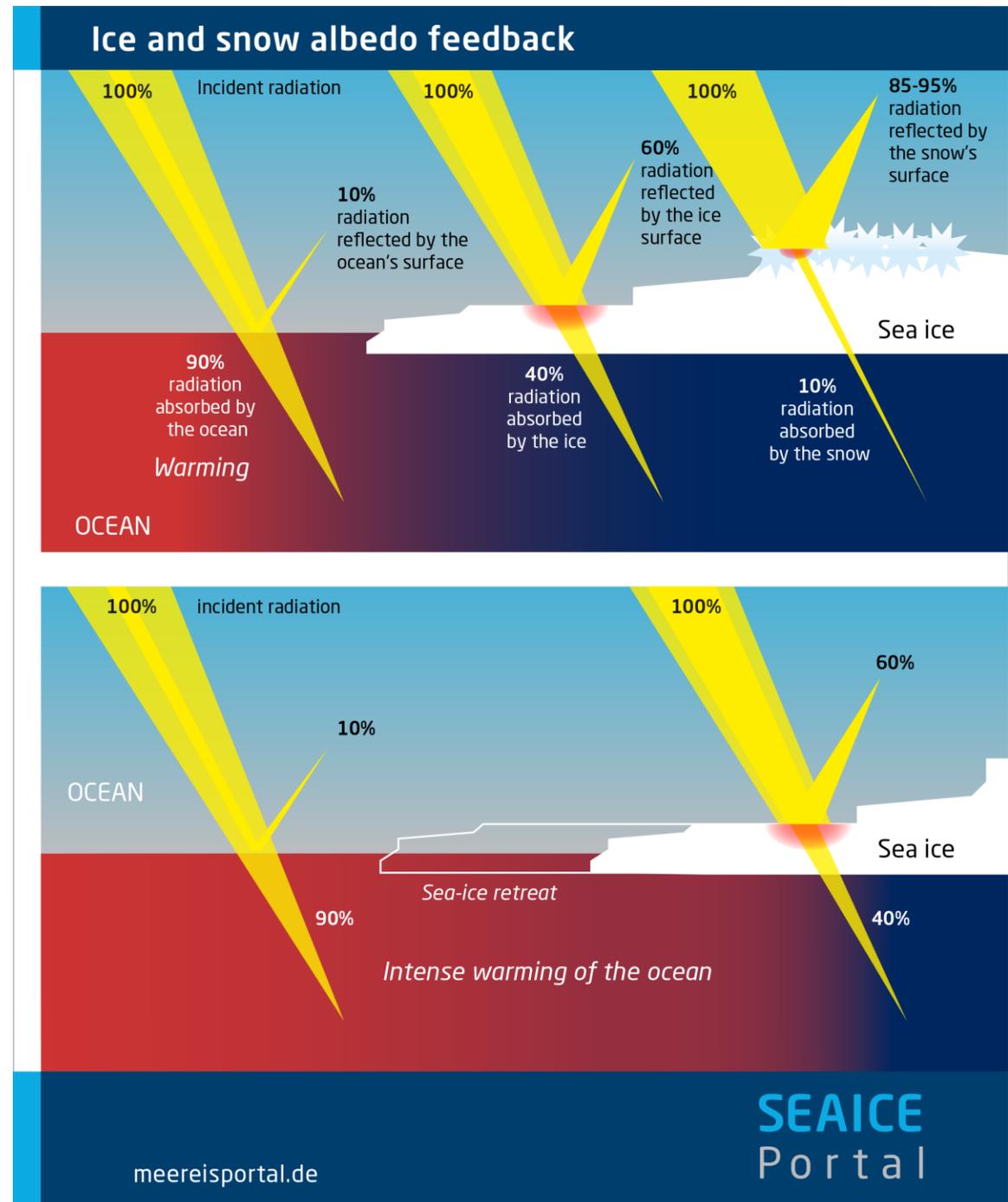
# Лёд как «крышка»



# Лёд и альbedo

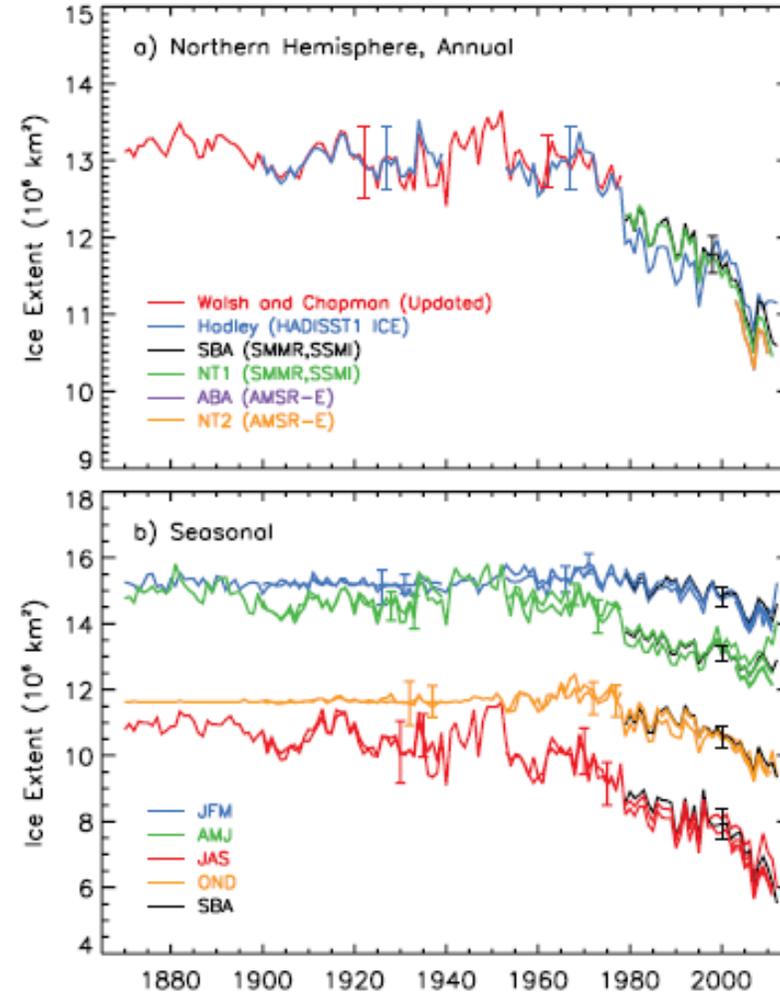
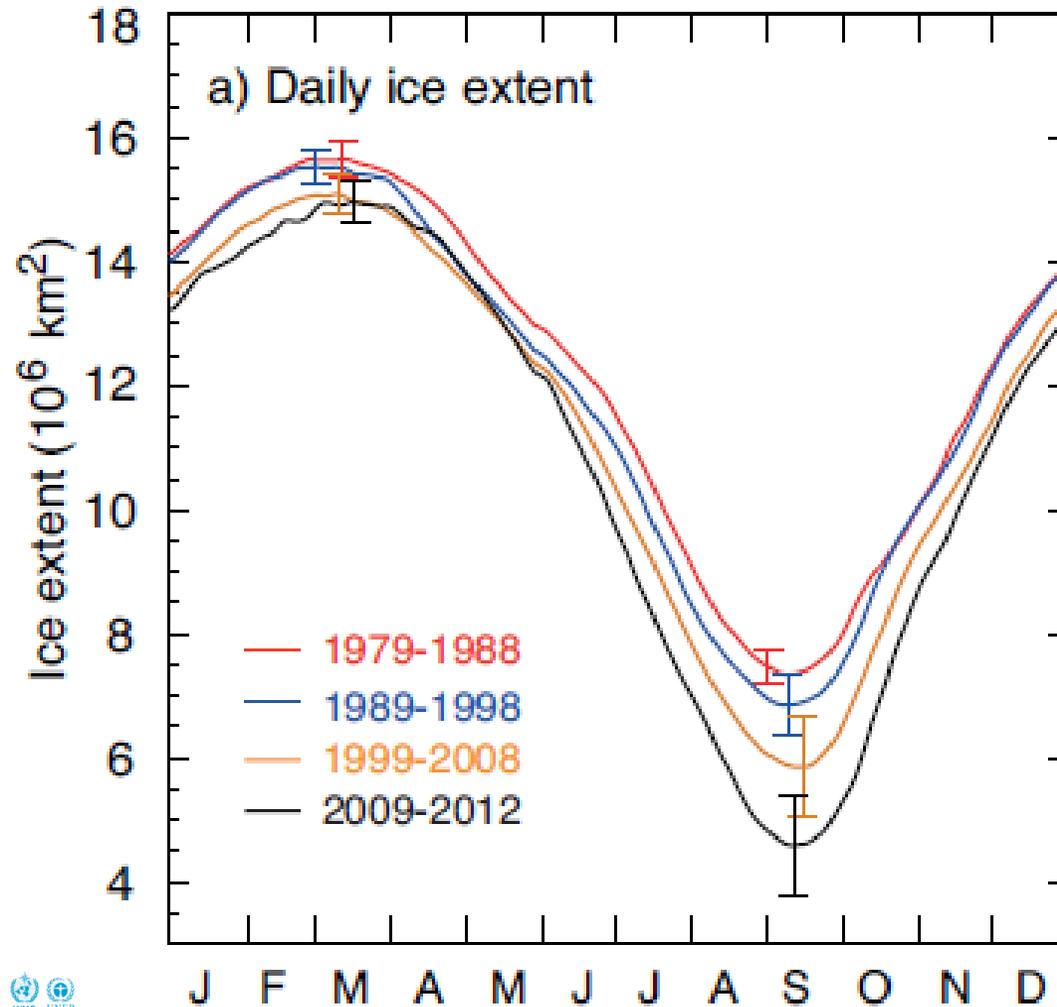
**Sample albedos**

Surface	Typical albedo
Fresh asphalt	0.04 <sup>[7]</sup>
Open ocean	0.06 <sup>[8]</sup>
Worn asphalt	0.12 <sup>[7]</sup>
Conifer forest, summer	0.08, <sup>[9]</sup> 0.09 to 0.15 <sup>[10]</sup>
Deciduous forest	0.15 to 0.18 <sup>[10]</sup>
Bare soil	0.17 <sup>[11]</sup>
Green grass	0.25 <sup>[11]</sup>
Desert sand	0.40 <sup>[12]</sup>
New concrete	0.55 <sup>[11]</sup>
Ocean ice	0.50 to 0.70 <sup>[11]</sup>
Fresh snow	0.80 <sup>[11]</sup>
Aluminum	0.85 <sup>[13][14]</sup>

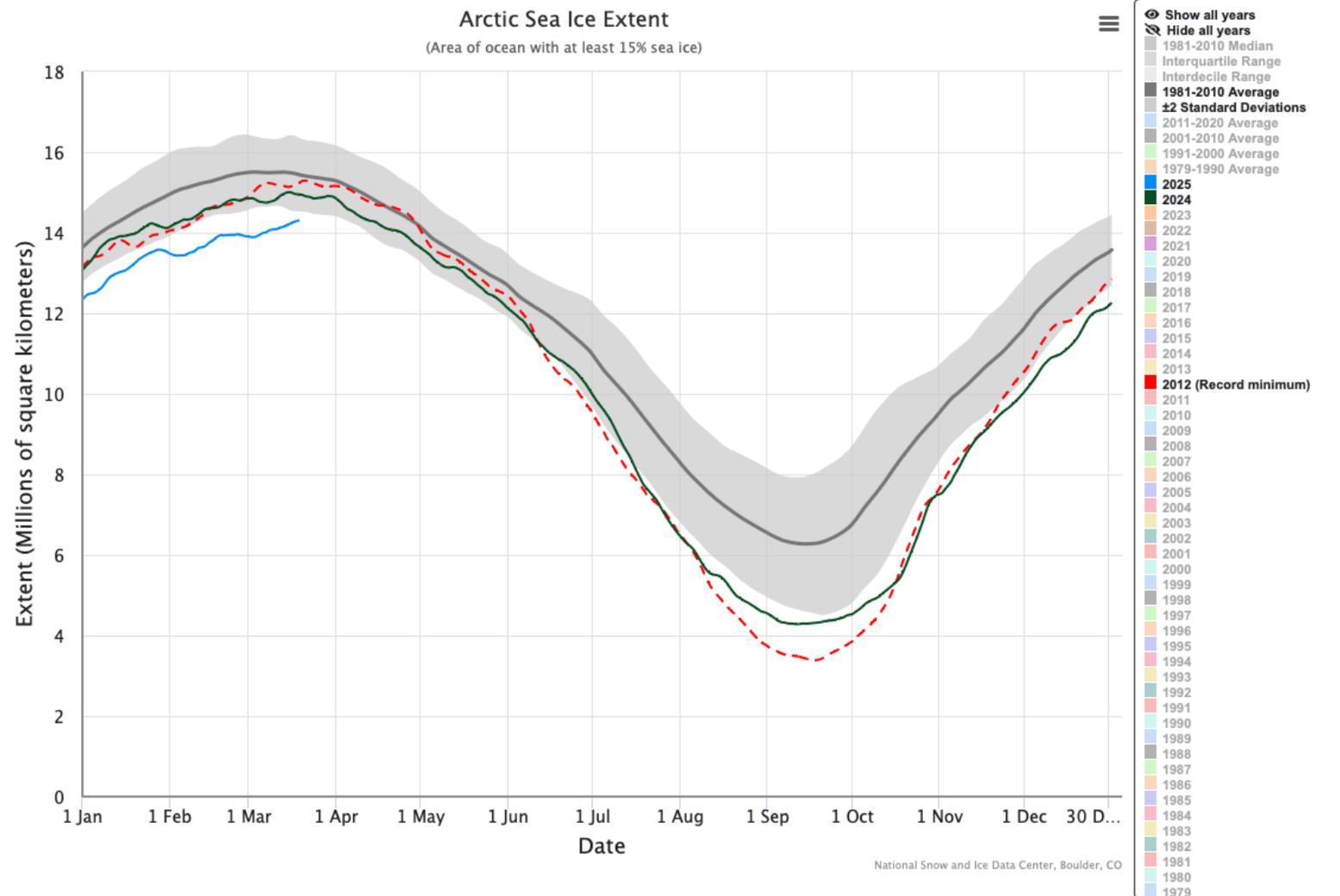


# Многолетняя и сезонная изменчивость

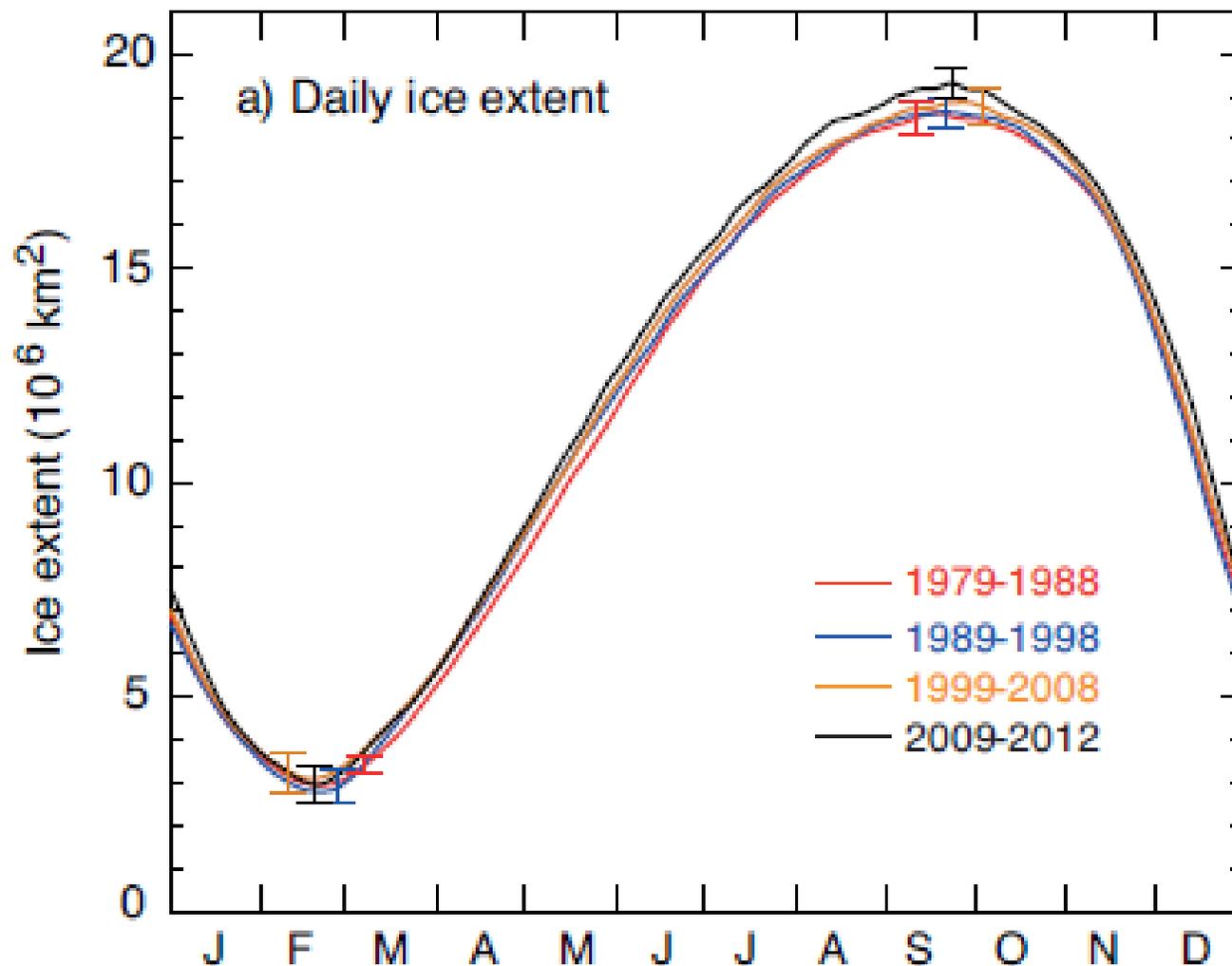
# Площадь ледяного покрова Арктики



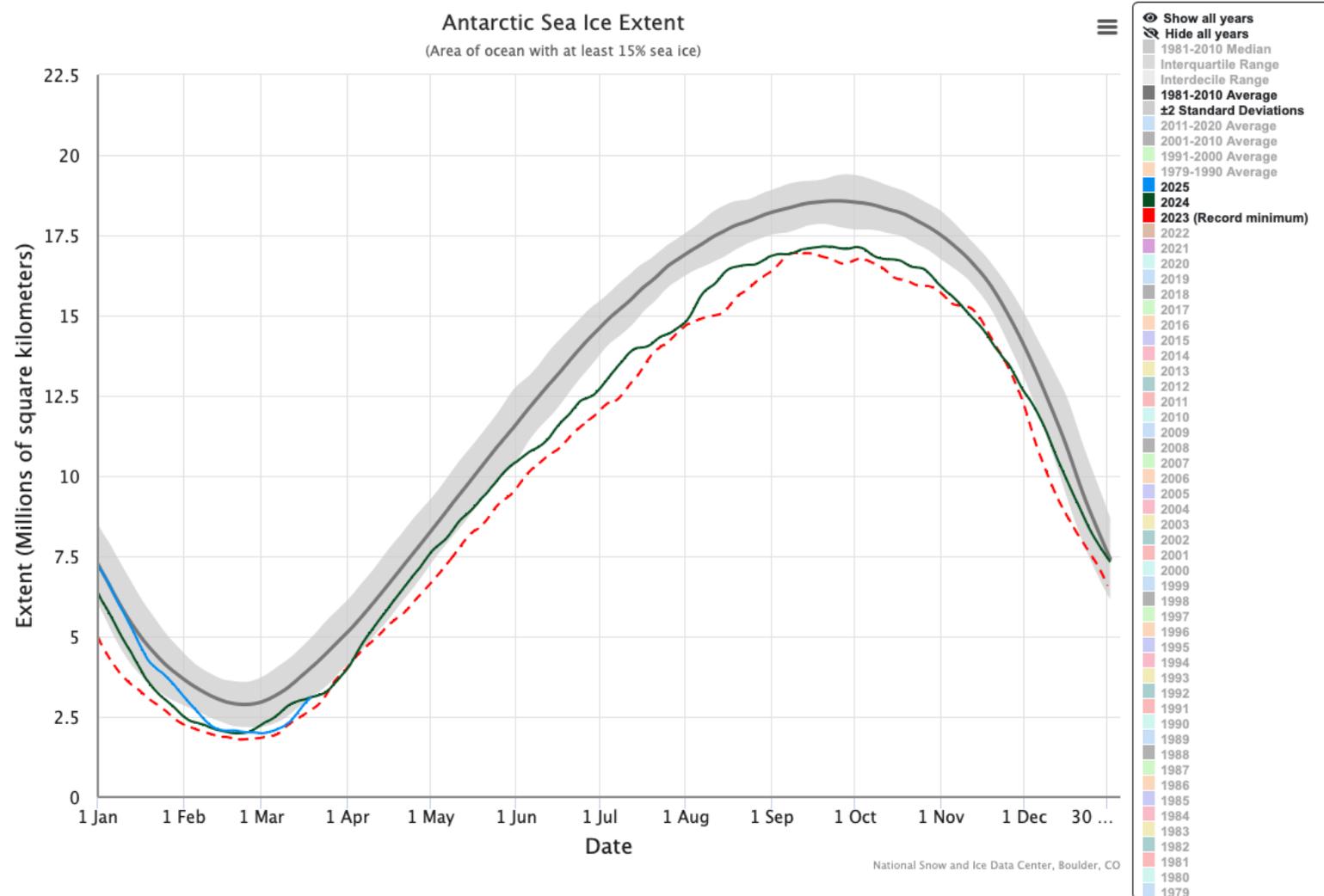
# Площадь ледяного покрова Арктики (млн. км<sup>2</sup>)



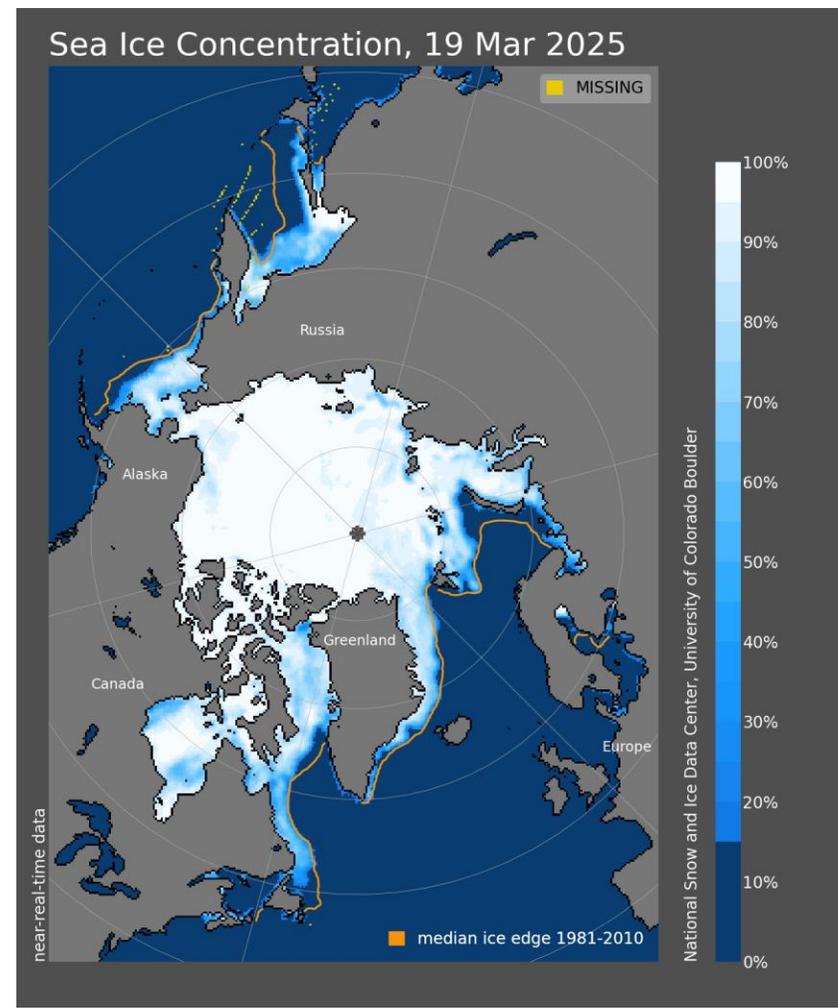
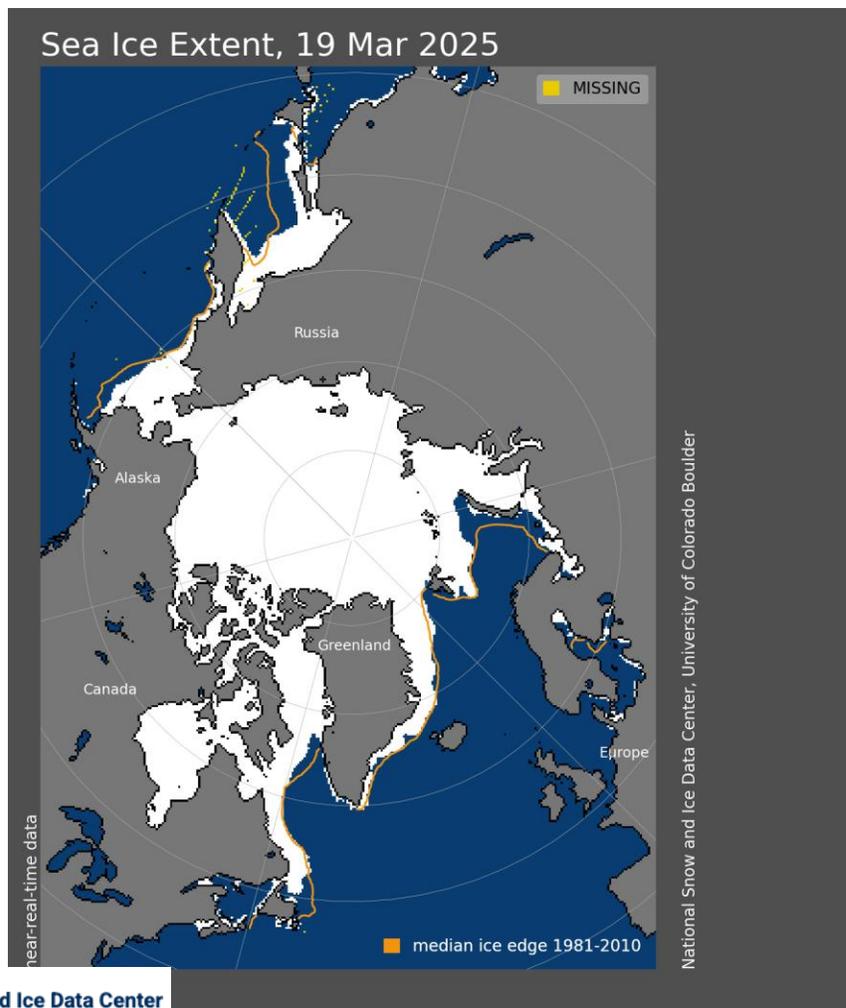
# Площадь ледяного покрова Антарктики



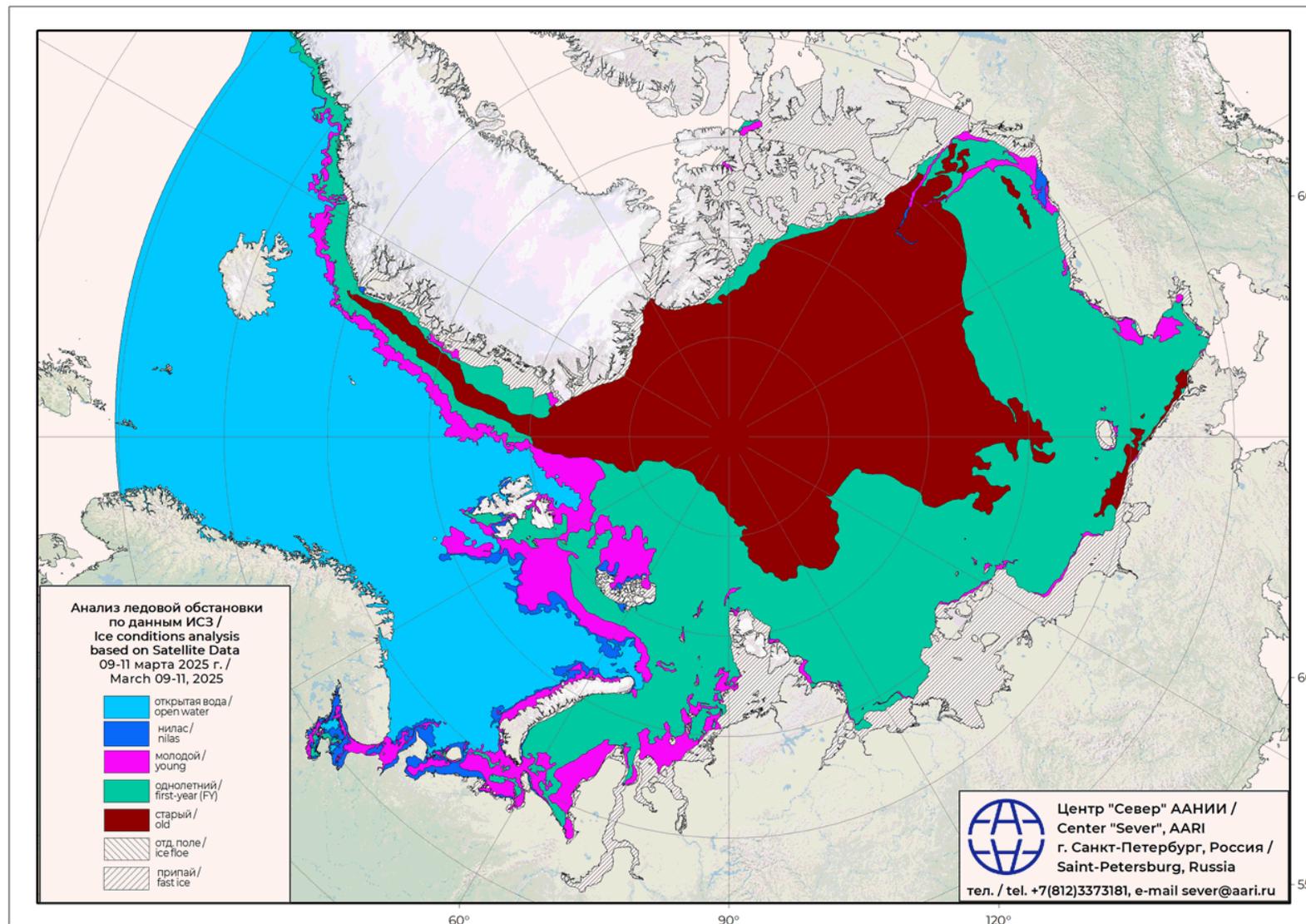
# Площадь ледяного покрова Антарктики (млн. км<sup>2</sup>)



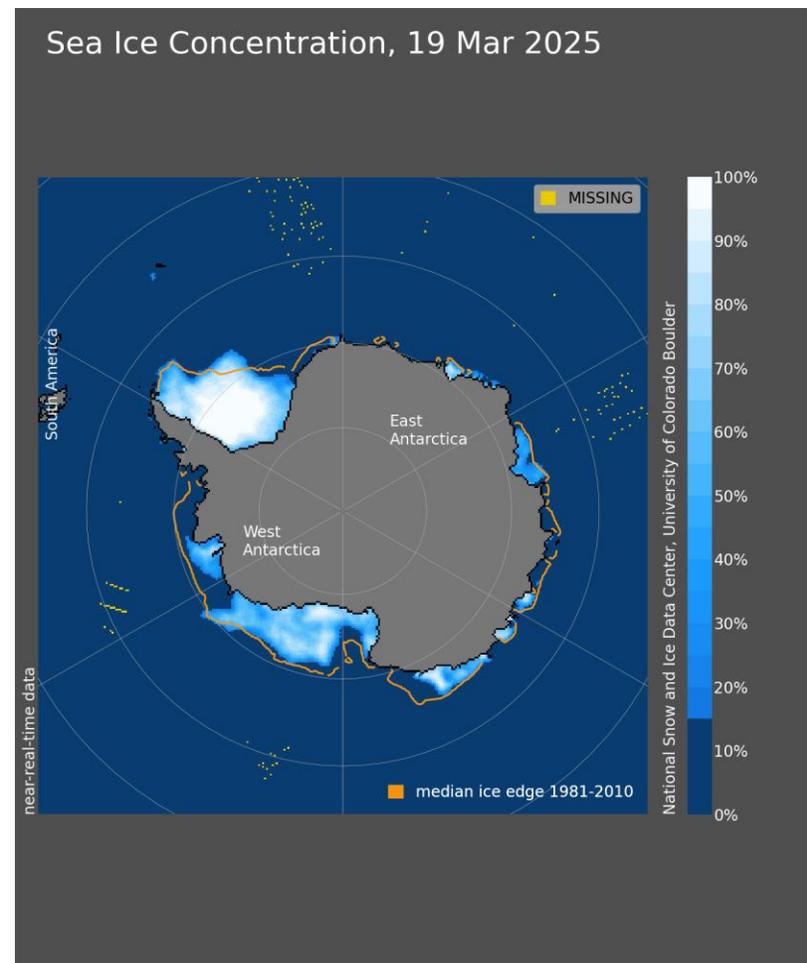
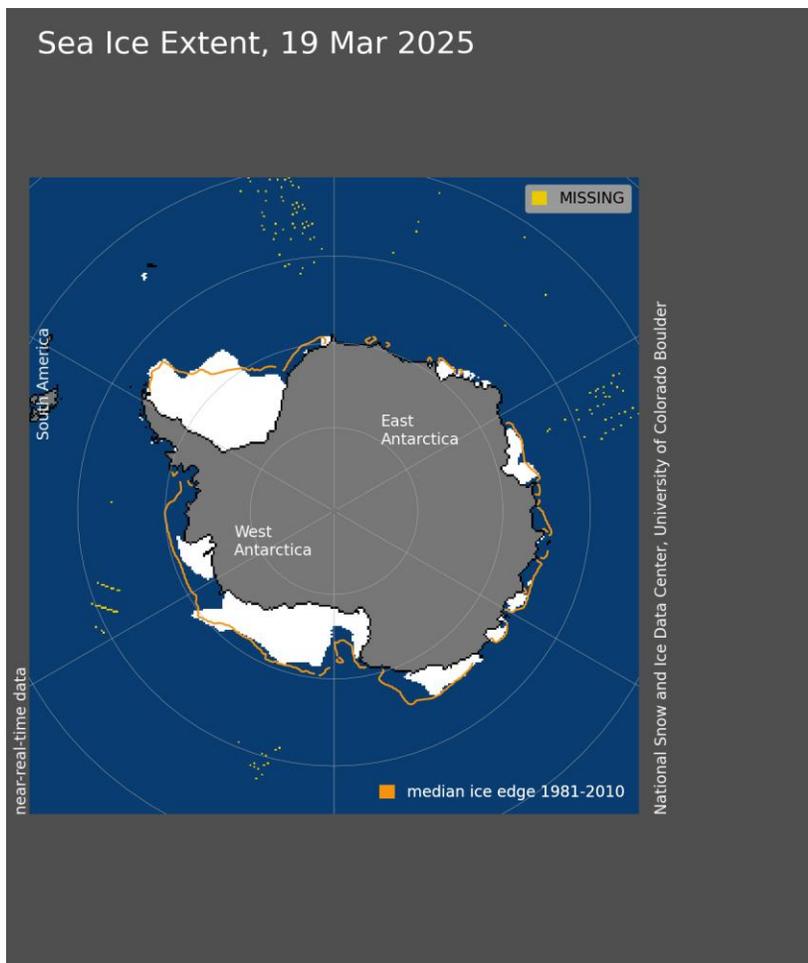
# Лёд в Арктике



# Лёд в Арктике



# Лёд в Антарктике



# Лёд в Антарктике

