

Взаимодействие атмосферы и океана в полярных районах

Ирина Репина

**Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН/
Институт космических исследований РАН**

Институт космических исследований РАН



1. Введение

- Какие аспекты взаимодействия и океана существуют в полярных районах?
- Основные составляющие энергобаланса
- Почему это важно изучать?

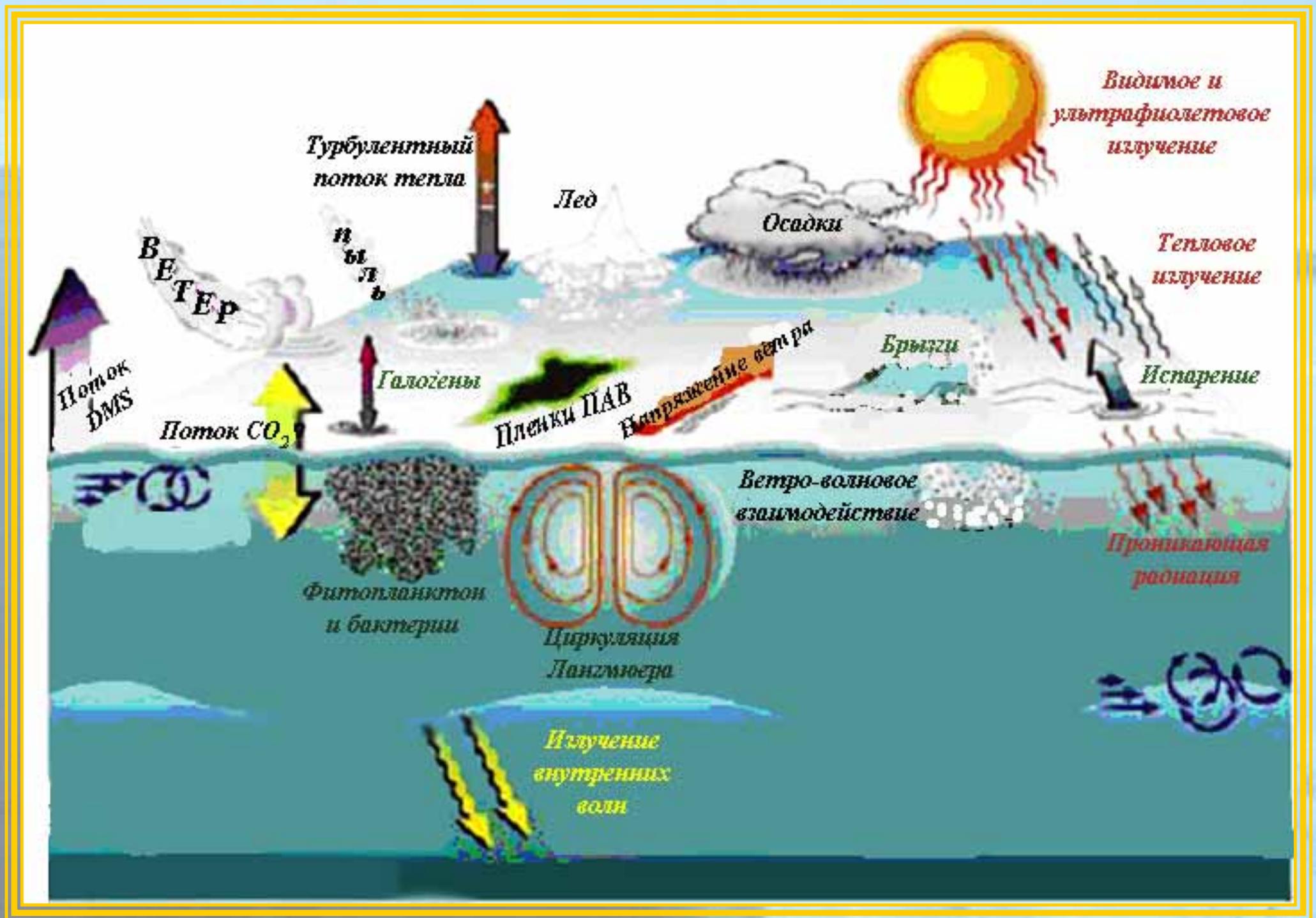
2. Факты и гипотезы

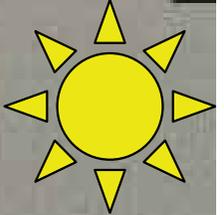
- Льды Арктики, пространственная и временная изменчивость
- Немного истории
- Особенности динамики Северного ледовитого океана
- Связь с климатическими изменениями
- Немного об Антарктике

4. Заключение



Энерго- и массообмен между океаном и атмосферой



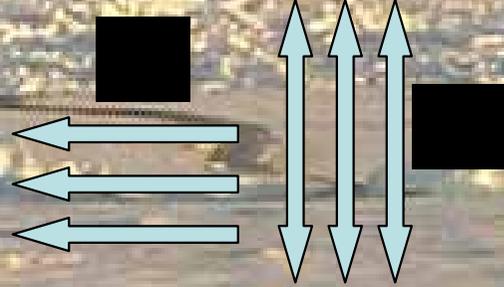
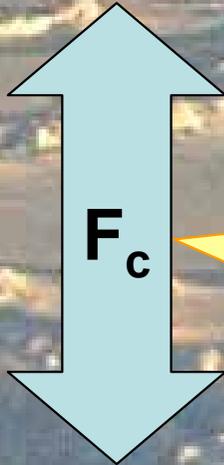
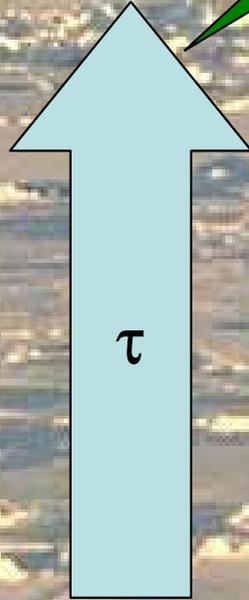
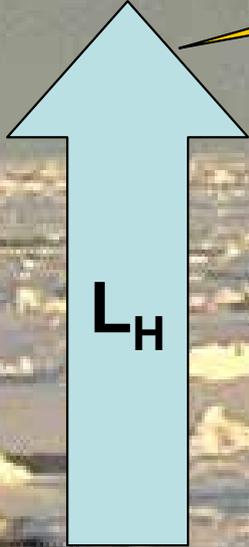
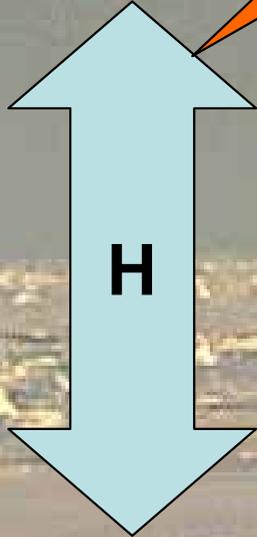


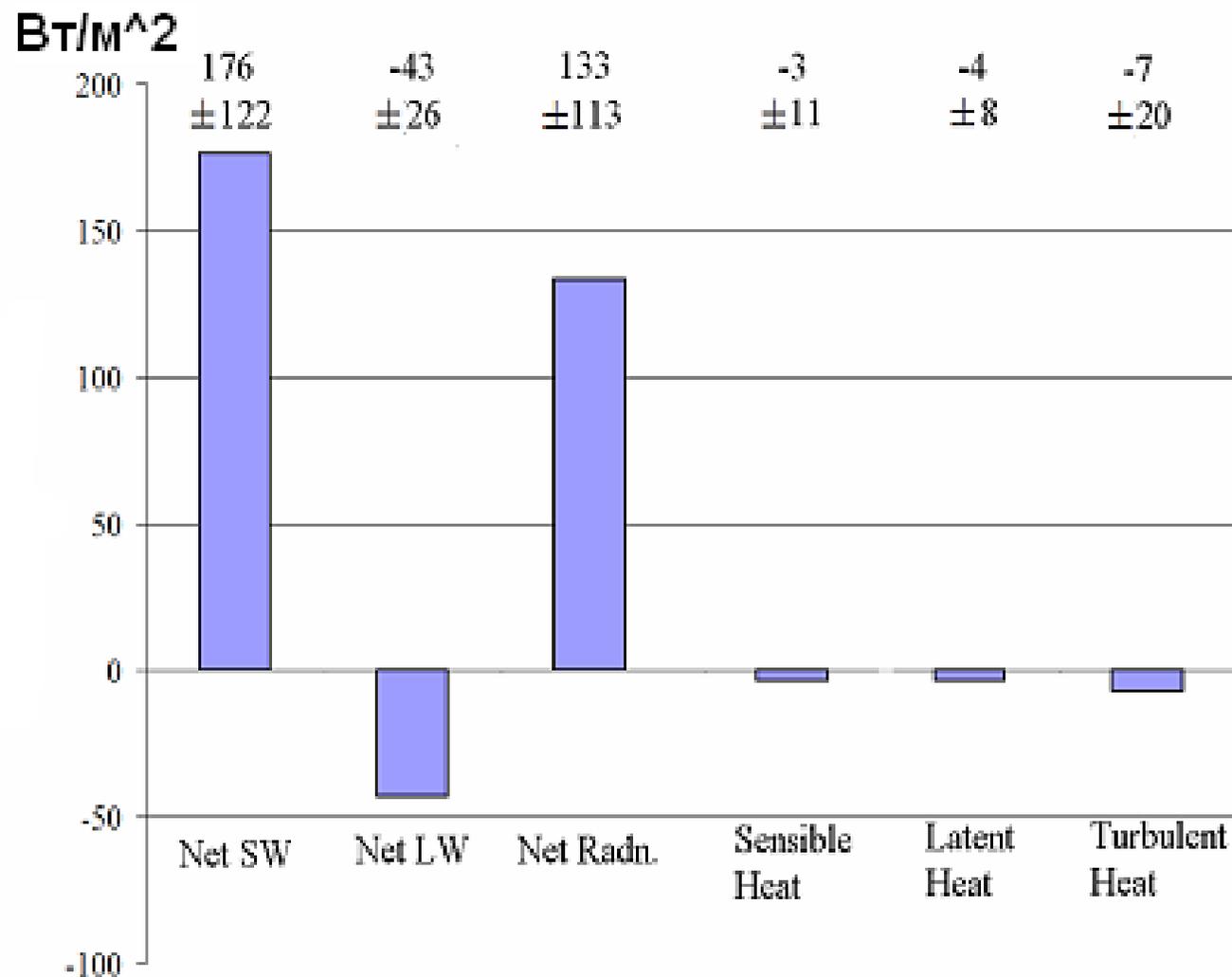
Турбулентный
поток тепла

Турбулентный
поток влаги

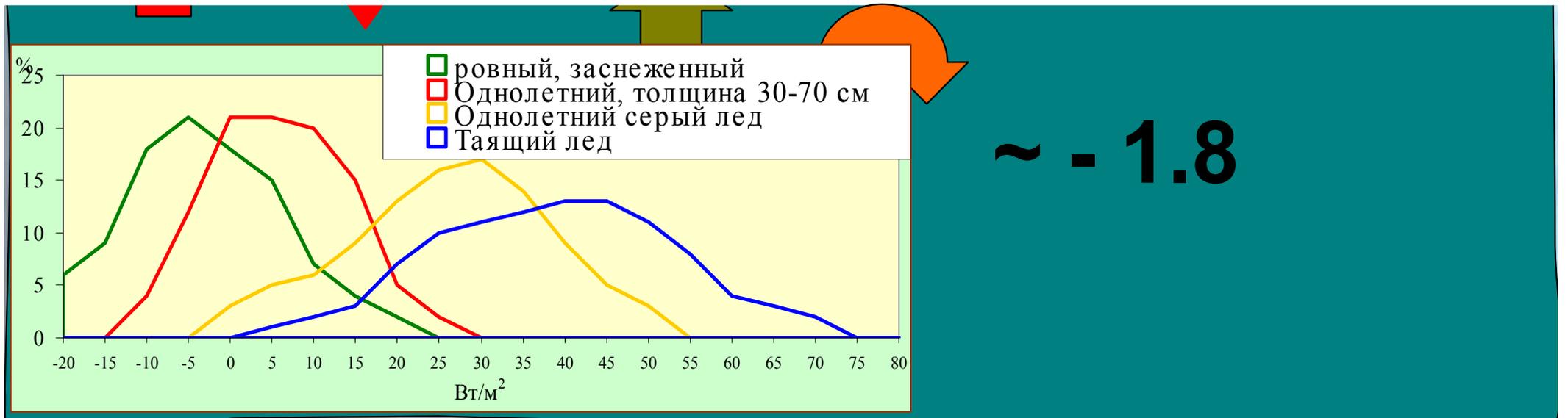
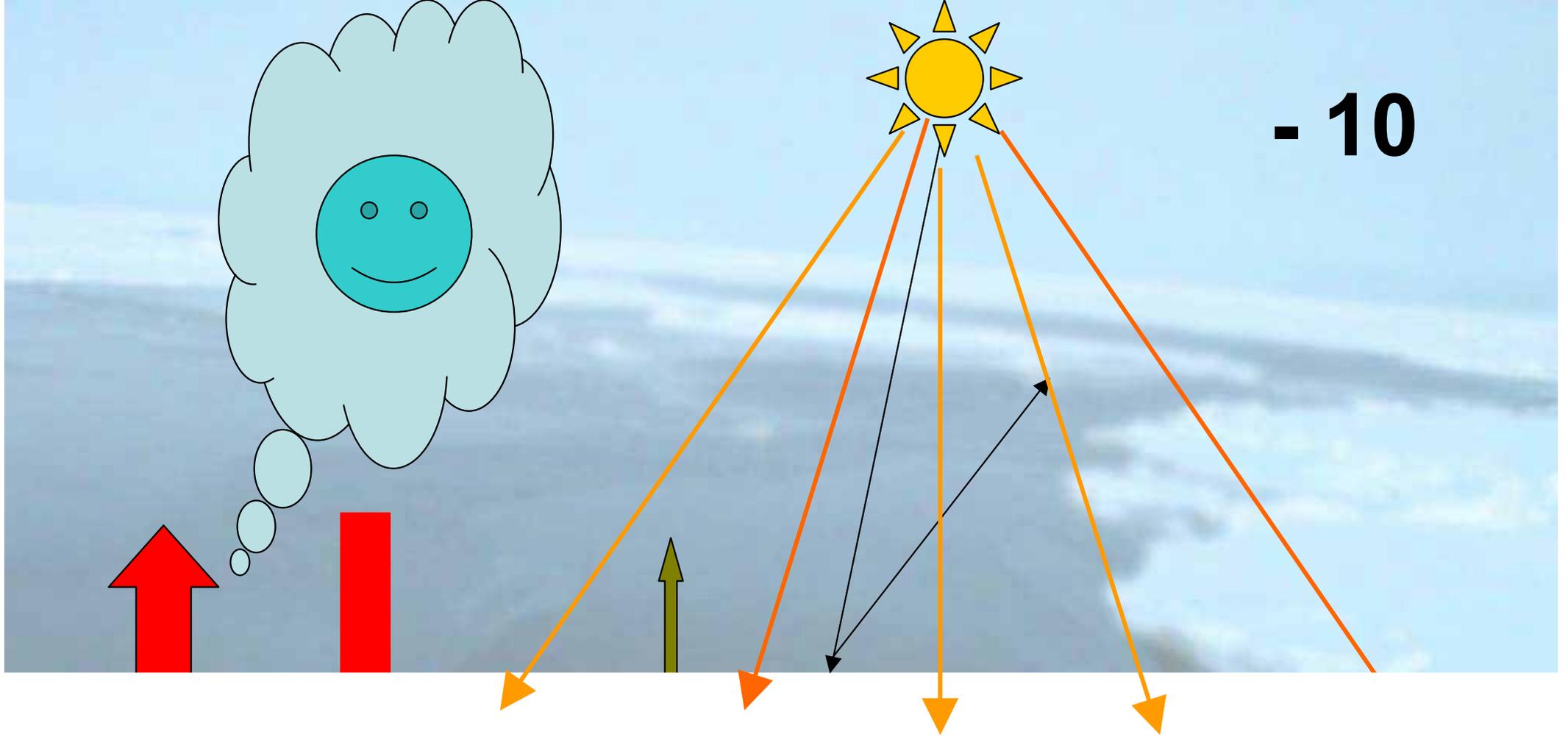
Поток
импульса

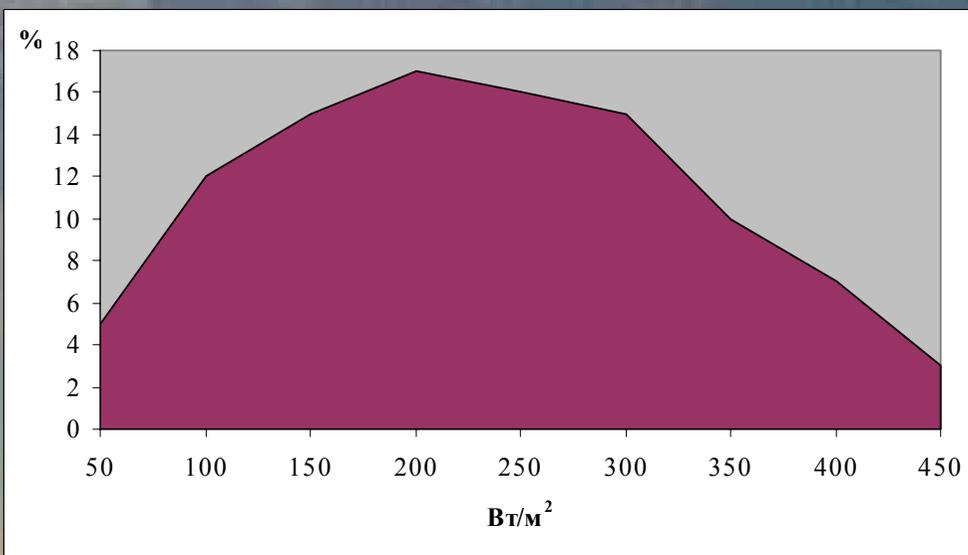
Турбулентный
поток CO_2



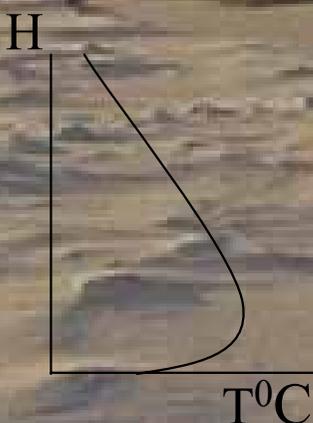
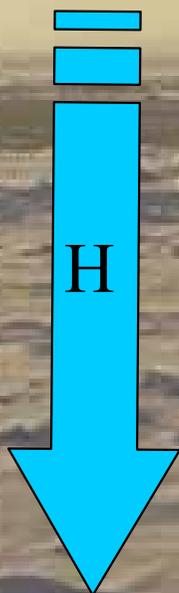


Вклад суммарной солнечной радиации (SW), тепловой радиации (LW) и турбулентных потоков тепла (sensible heat) и влаги (Latent heat) в энергообмен в летний период. (Здесь знак минус означает, что поток направлен вверх)





(-7 - 20 Вт/м²)



Тльда

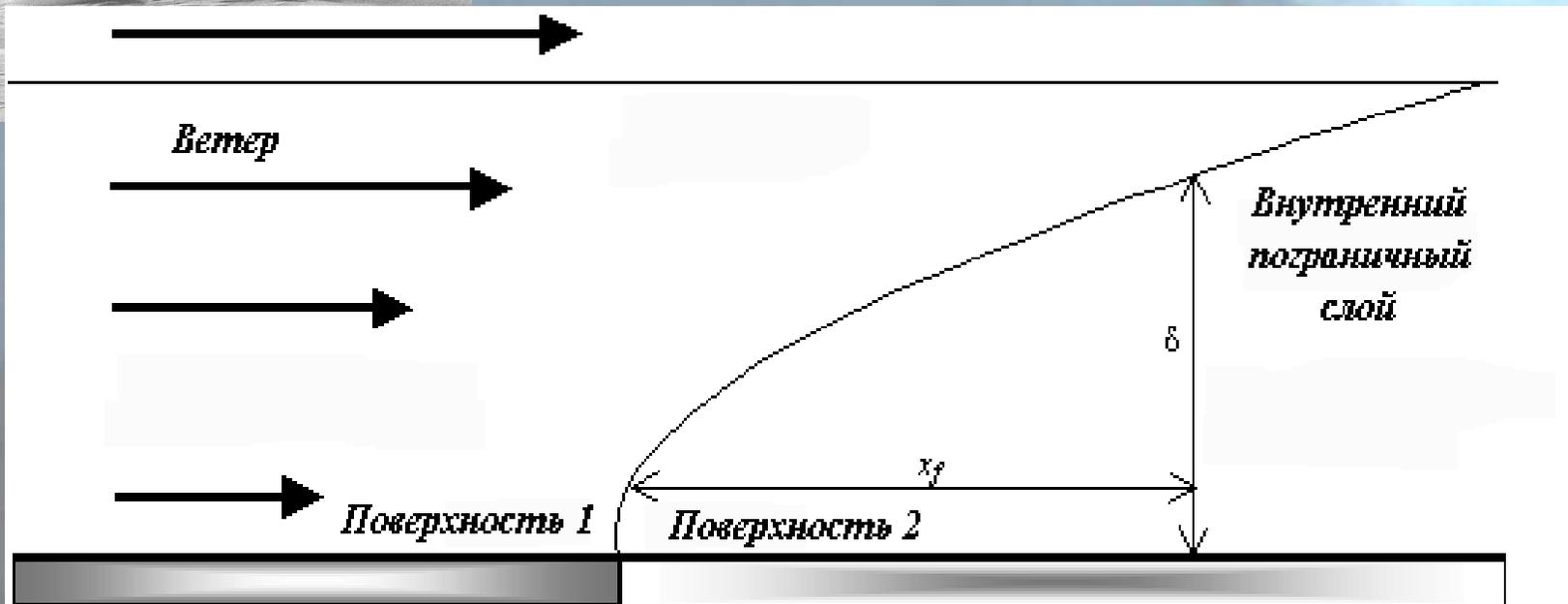
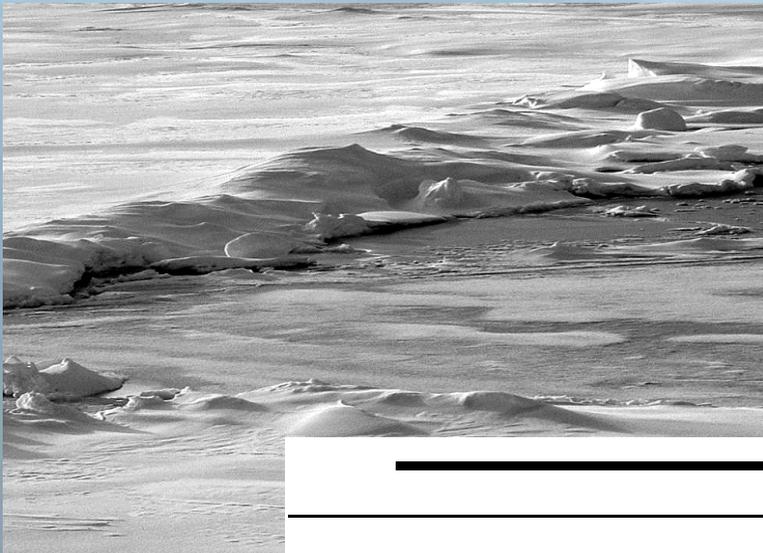
<<

Тводы



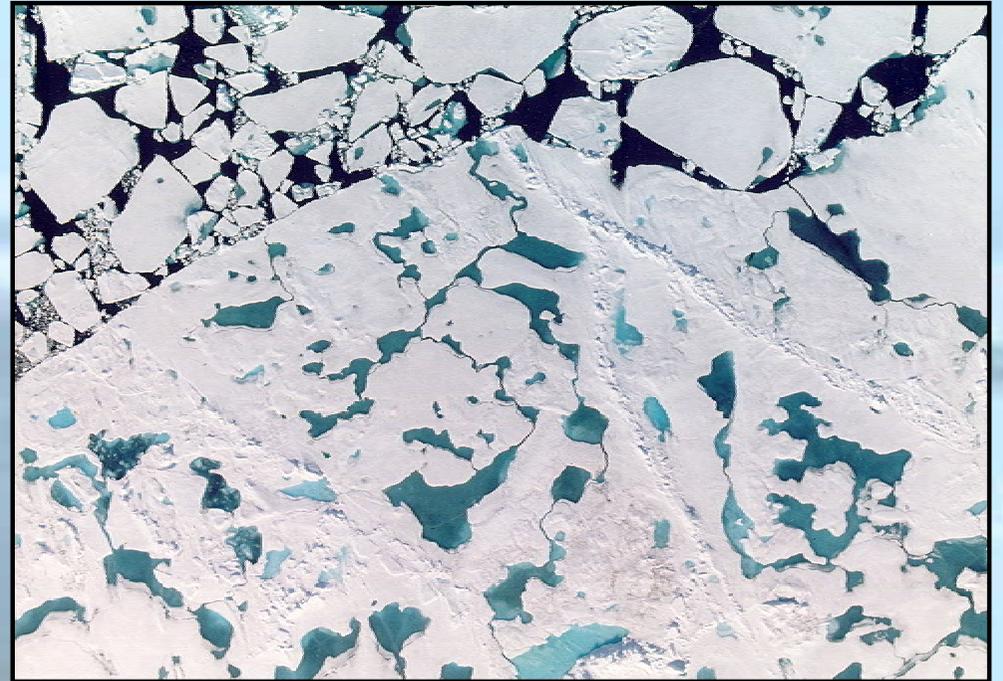
(200 - 500 Вт/ м²)





Изменчивость льда

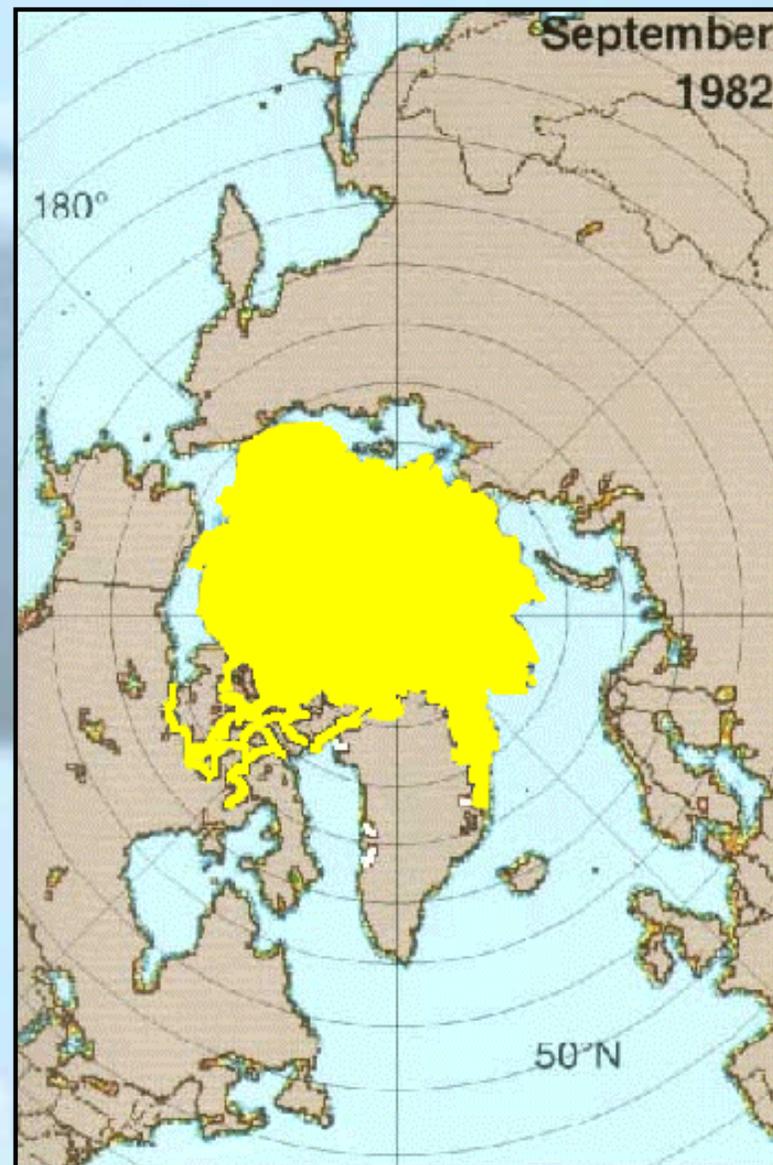
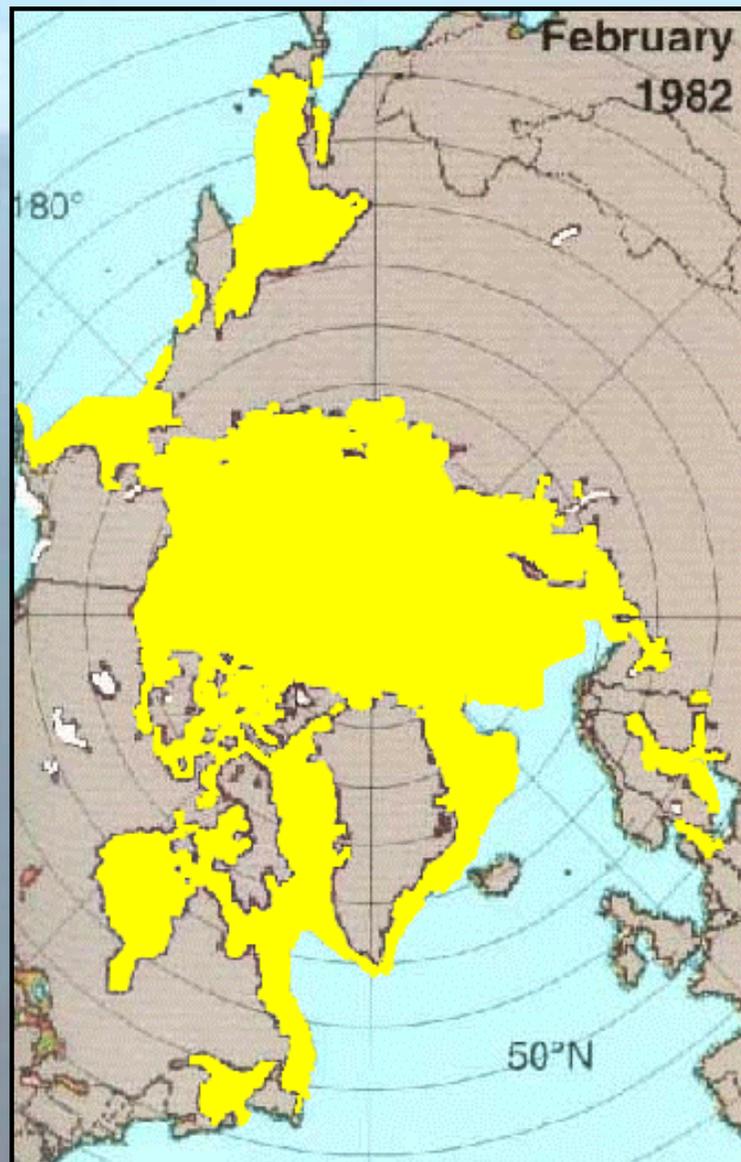
- Характерные черты ледяного покрова
- Горизонтальная изменчивость
 - мелкомасштабная (м, км)
 - крупномасштабная (регионы)
- Вертикальная изменчивость
- Временная изменчивость
- Пространственная неоднородность



Сезонная изменчивость

Февраль 1982

Сентябрь 1982

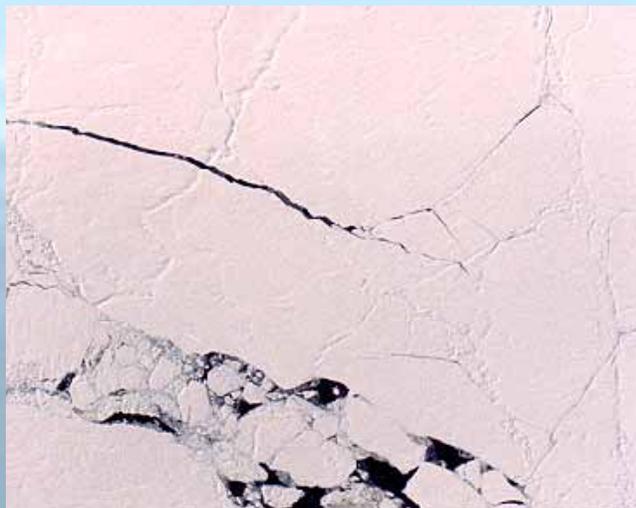


Сезонная эволюция

Апрель



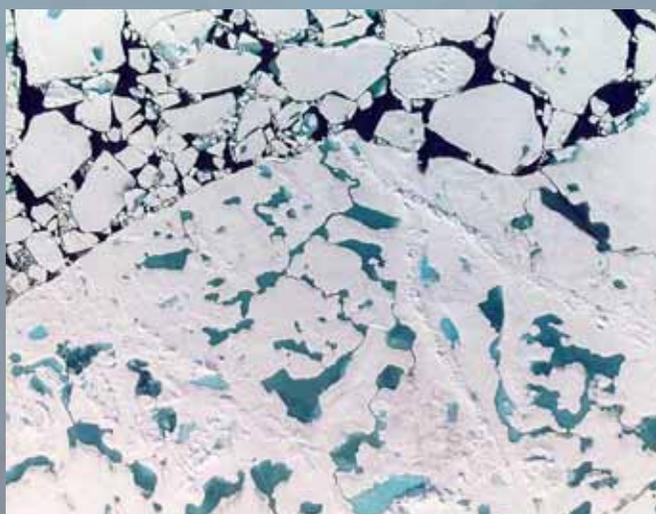
Май



Июнь



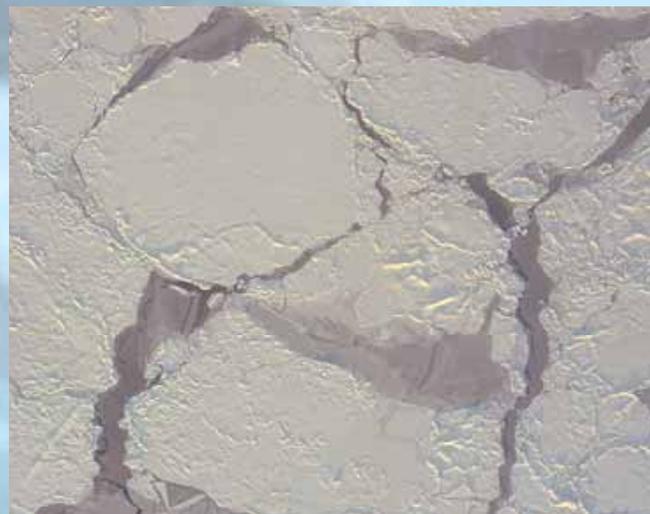
Июль



Август



Сентябрь



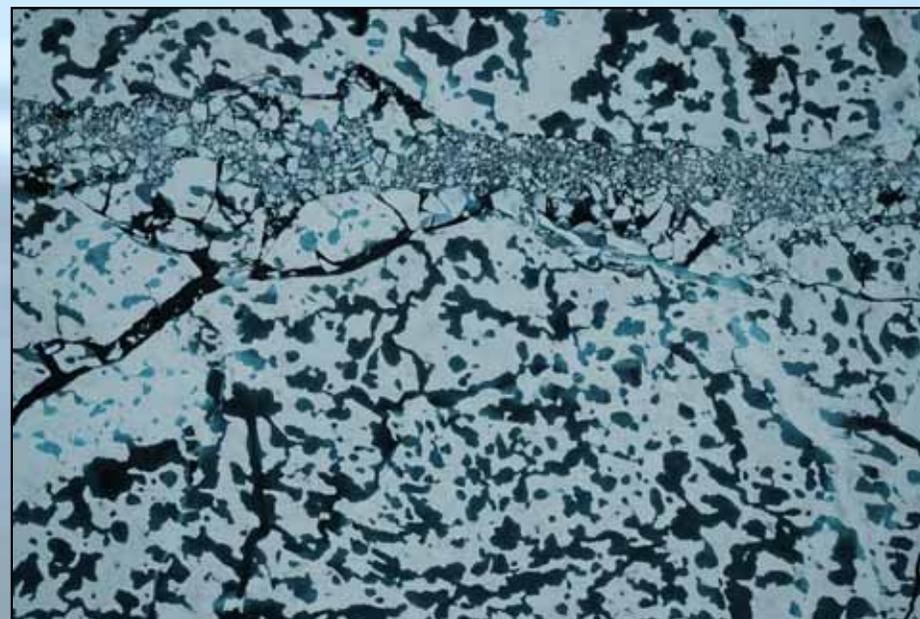
Торосы

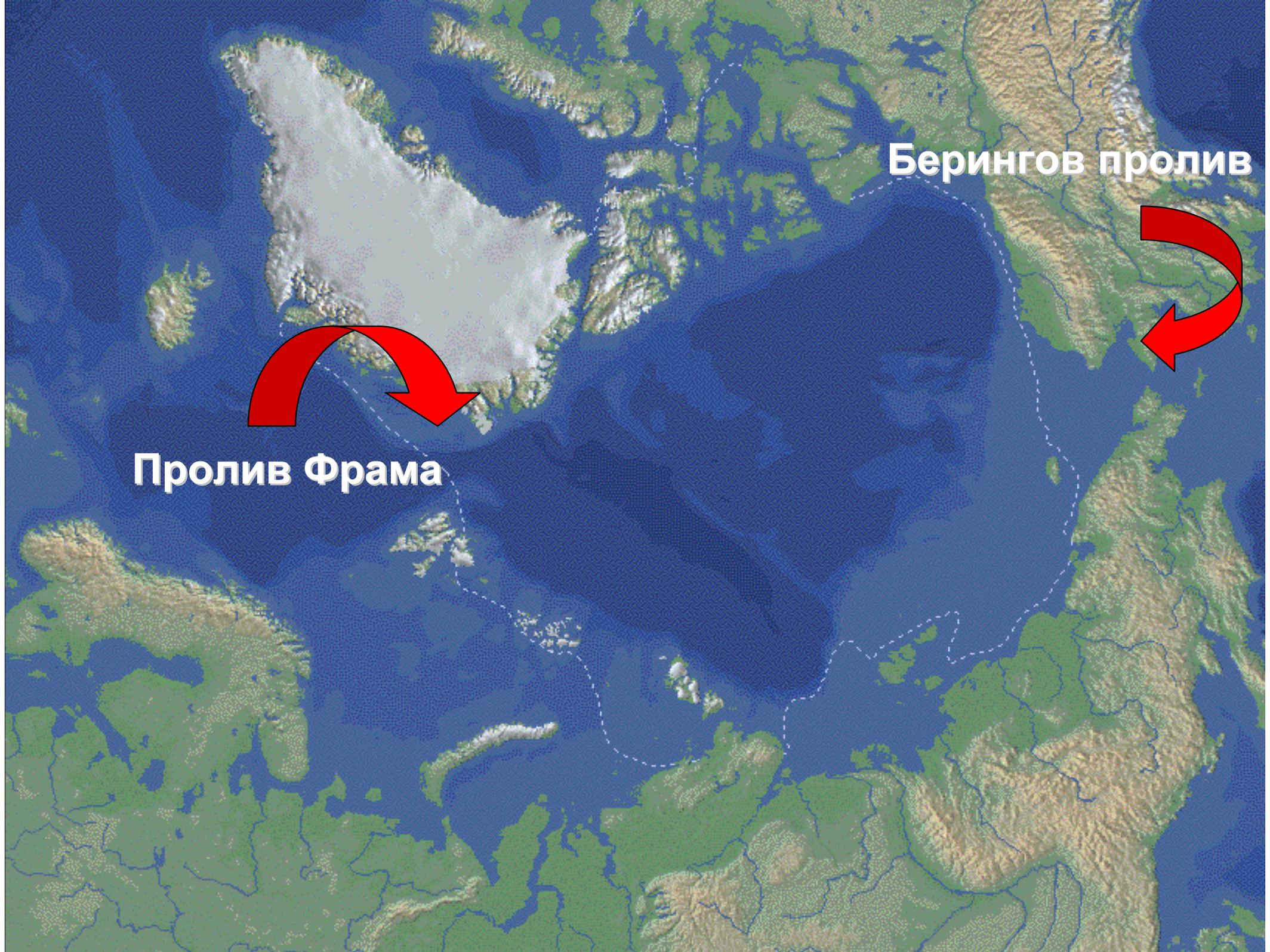


Трещины



Снежницы





Пролив Фрама

Берингов пролив

Австрийская экспедиция под руководством Карла Вейпрехта и Юлиуса Пайера на парусно-паровом судне «Тегетгоф»,

1872 год



Экспедиция Де Лонга

1879 год

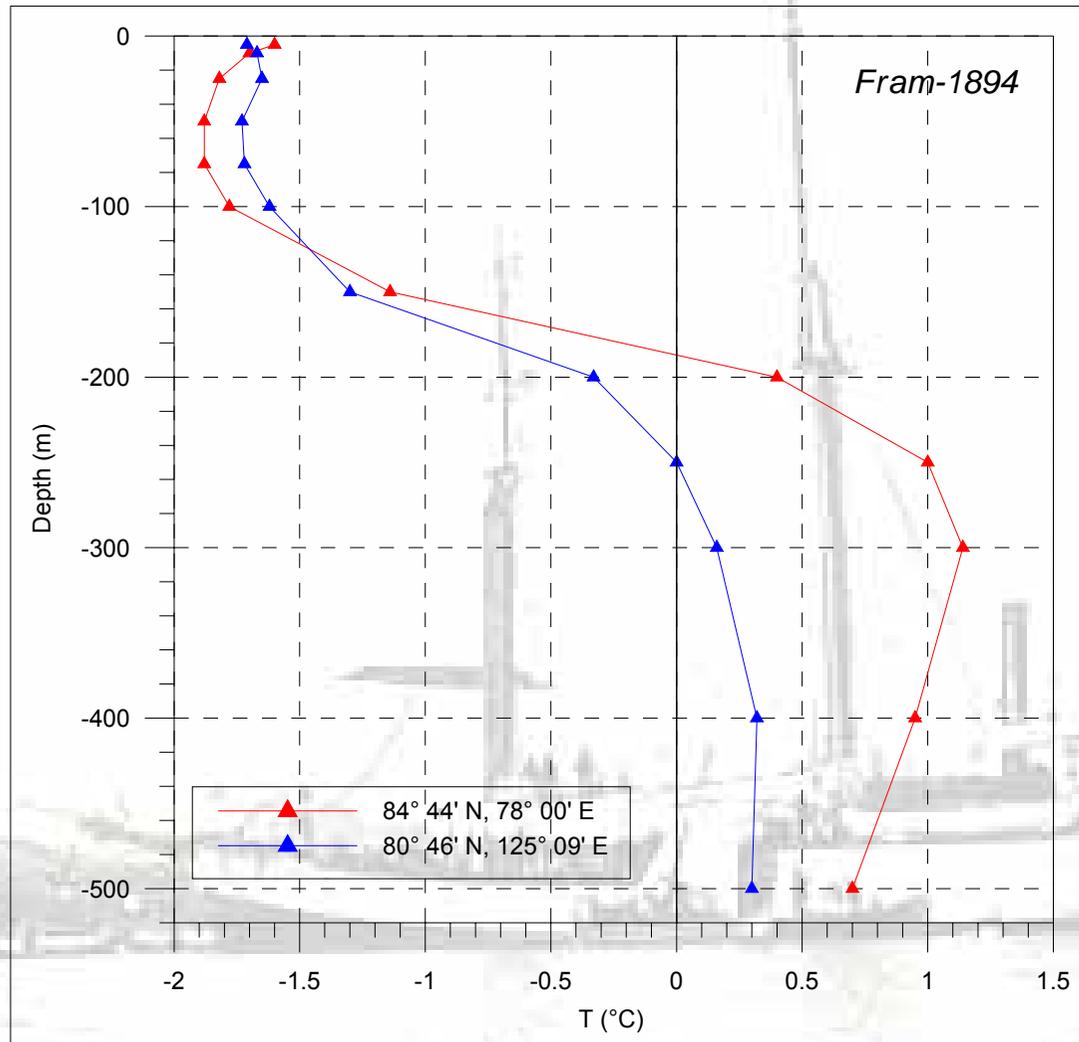


Норвежский исследователь Фритьоф Нансен,
судно «Фрам»



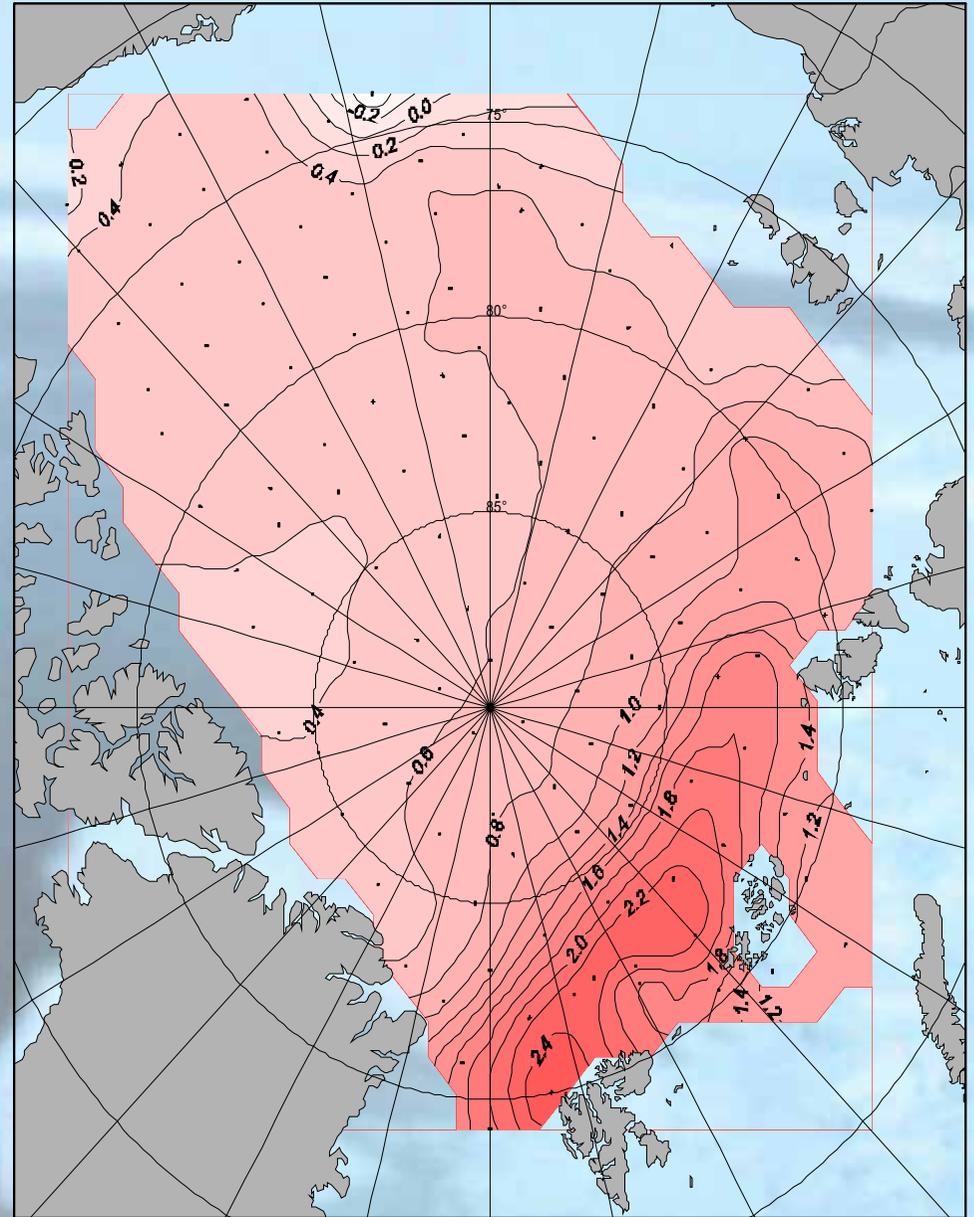
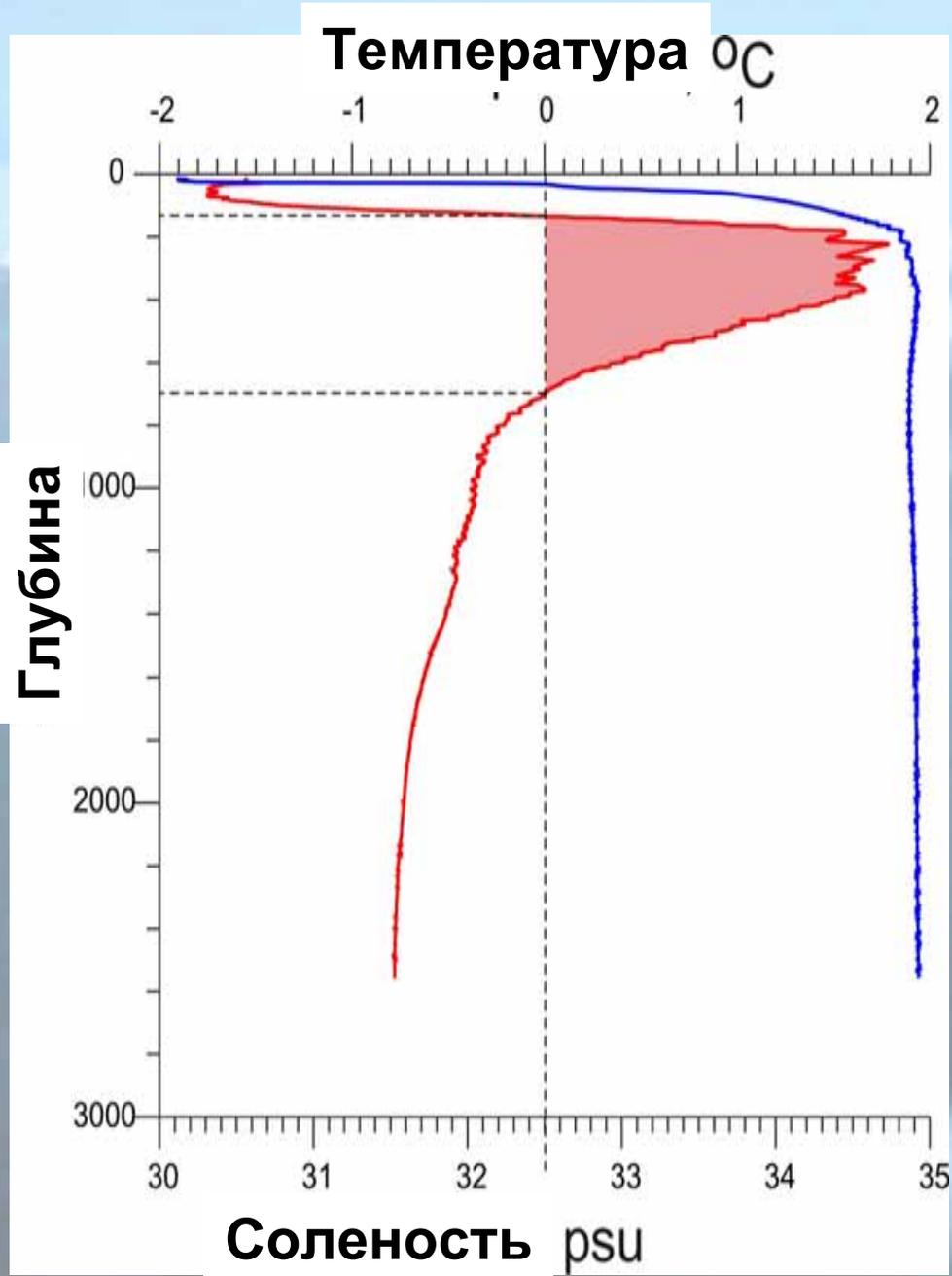
1893-1896

Атлантические воды в Северном ледовитом океане – это относительно тонкий (600-800 м) теплый промежуточный слой, расположенный между холодными, опресненными верхними водами и холодным соленым глубоководным слоем.



- ▶ Впервые данные о теплых водах подо льдами Арктики были опубликованы Нансеном в 1902 году по материалам экспедиции Фрама

Распределение температуры и солёности Атлантических вод Арктики



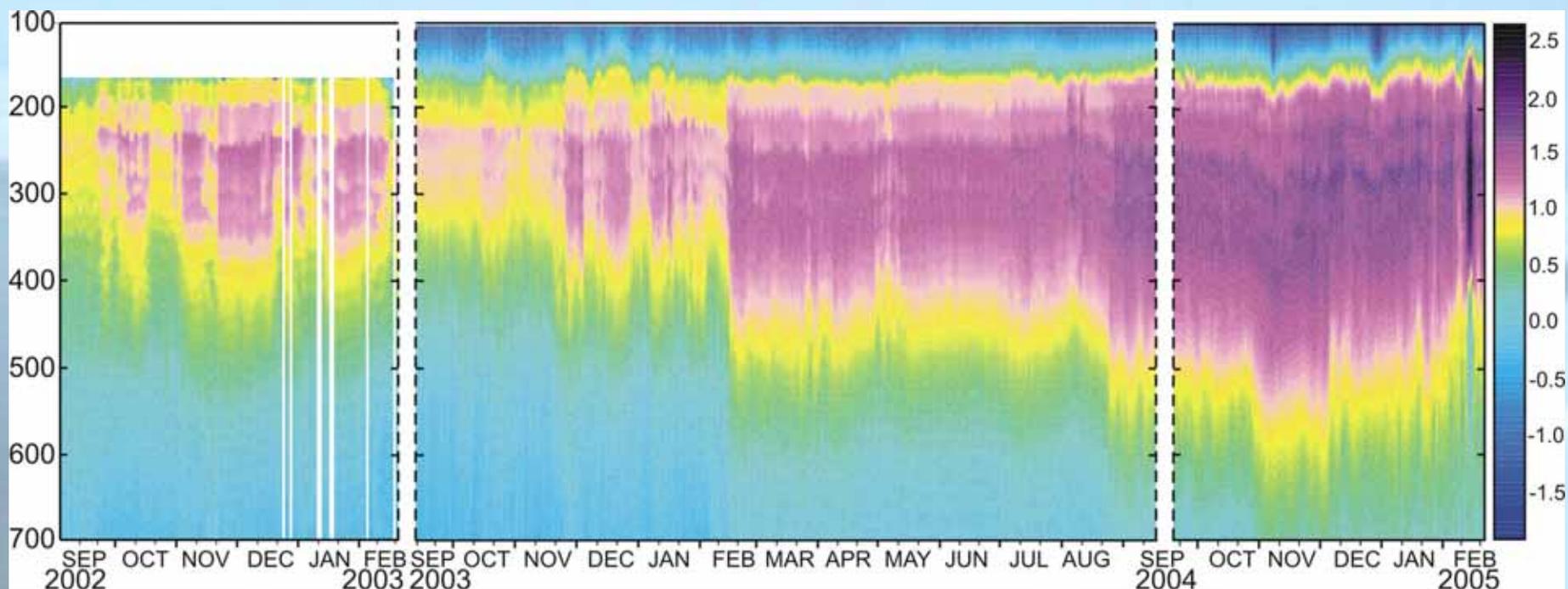
Замерзание пресной воды:

1. Остывание верхнего слоя до температуры наибольшей плотности (+4 градуса)
2. Достигшая этой температуры вода опускается вниз, а ее место занимает более теплая и легкая. Возникает конвекция (перенос тепла восходящими потоками более теплой воды), которая происходит до тех пор, пока вода в глубинных слоях не достигнет температуры 4°C , и водная толща станет устойчиво стратифицированной, то есть более плотные слои займут самый нижний уровень.
3. Остывание верхнего слоя до температуры замерзания.

Морская вода?

- 1. При солёности 35‰ температура замёрзания воды падает до -1.91°C .**
- 2. Изменяется и температура, при которой плотность солёной воды достигает наибольшего значения. По мере увеличения солёности она постепенно приближается к нулю и при 24,7‰ сравнивается с температурой замёрзания, которая при этой солёности равна $-1,3^{\circ}\text{C}$.**
- 3. В морях с солёностью ниже указанной величины конвекция протекает по типу пресного водоема, во всех остальных, чьи воды в полном смысле солёные морские, конвекция будет продолжаться до тех пор, пока вся вода не охладится до температуры замёрзания.**

Наблюдения по проекту Набос в 2002-2005 в Море Лаптевых



Возможно ли влияние Атлантических вод на процессы ледообразования?

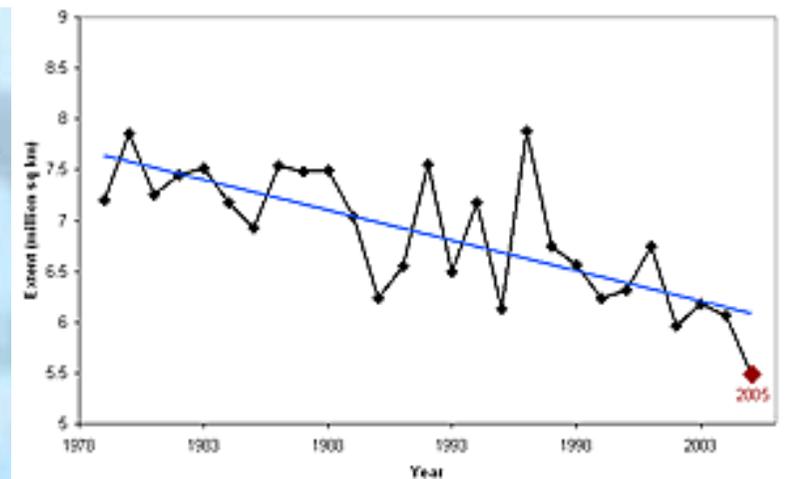
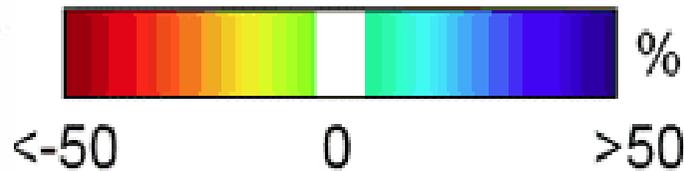
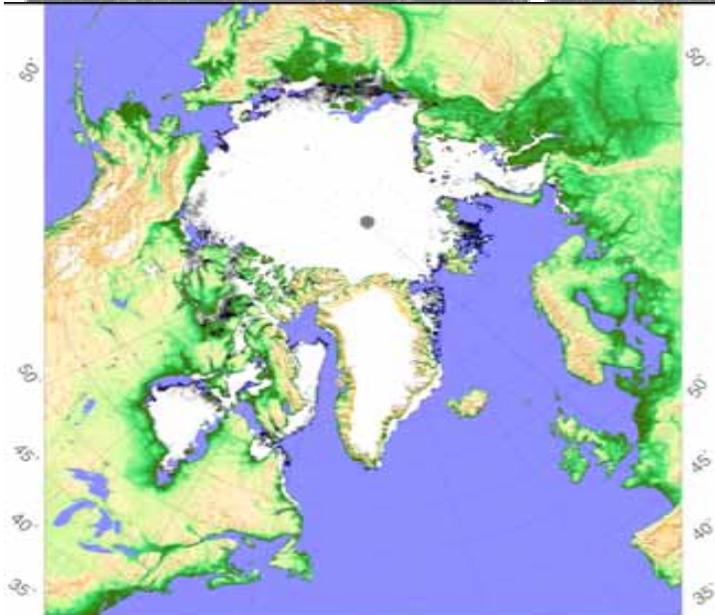
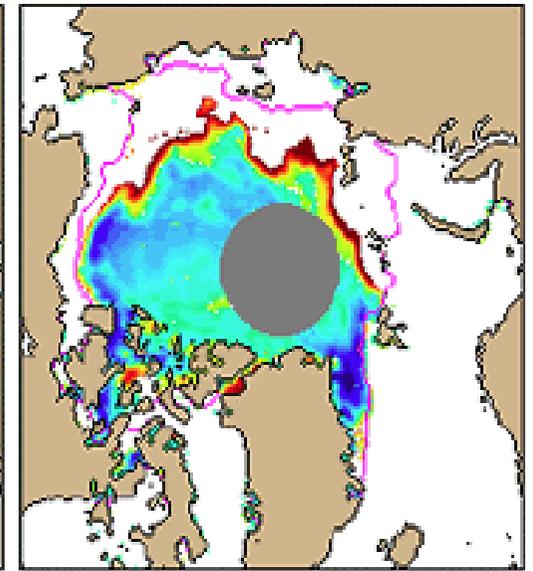
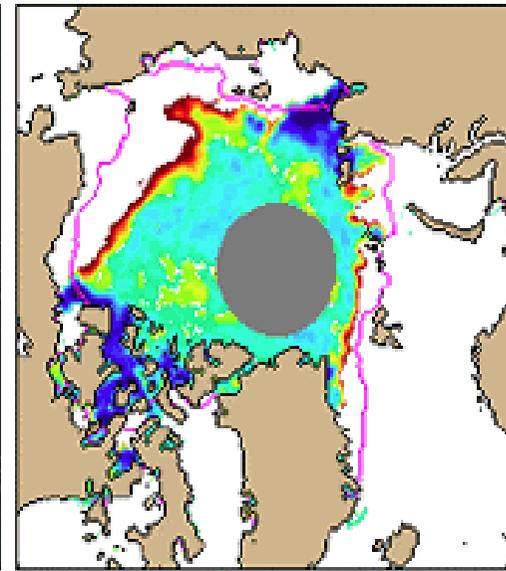
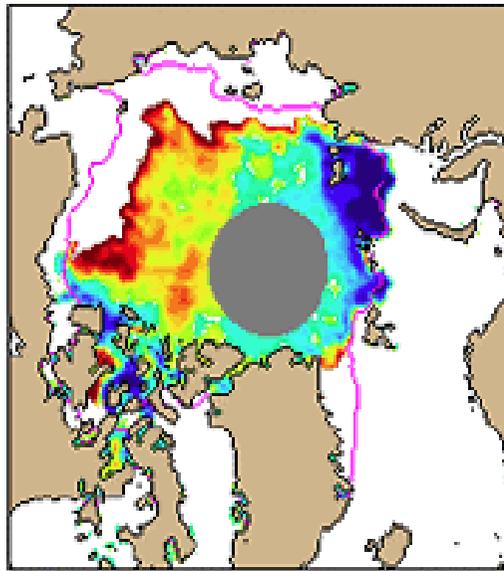
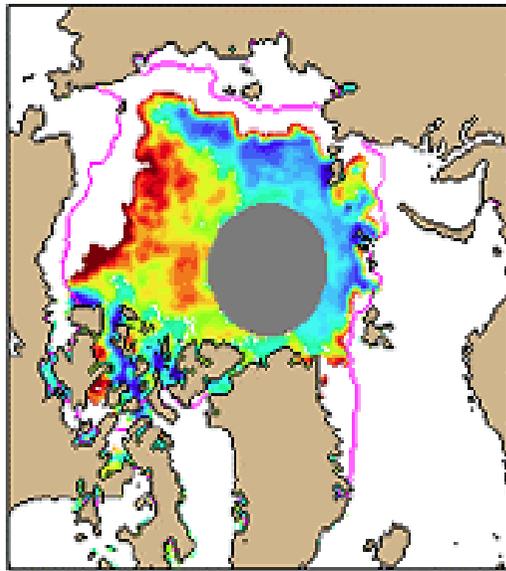
Летний минимум распределения арктического льда

2002

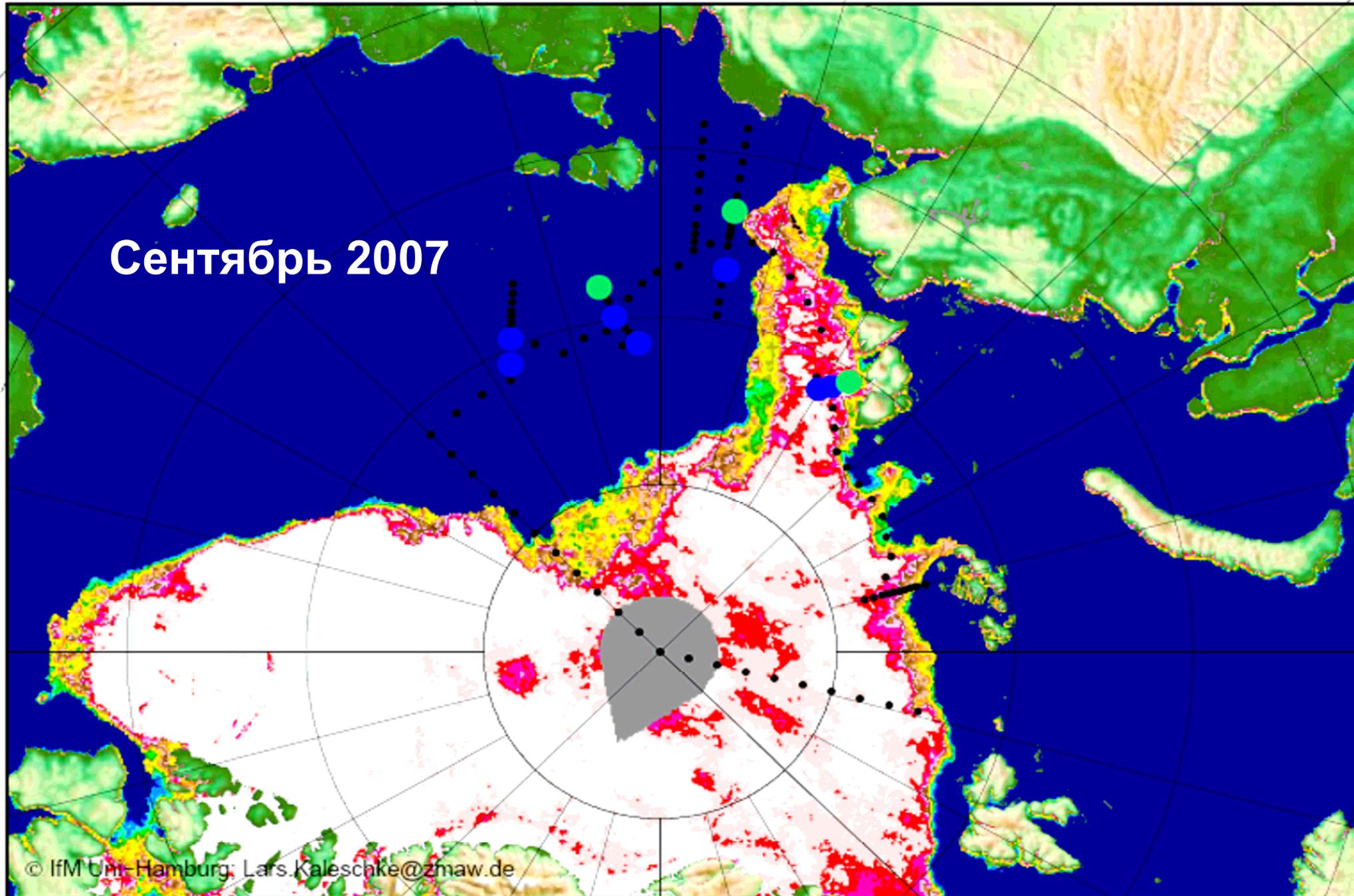
2003

2004

2005



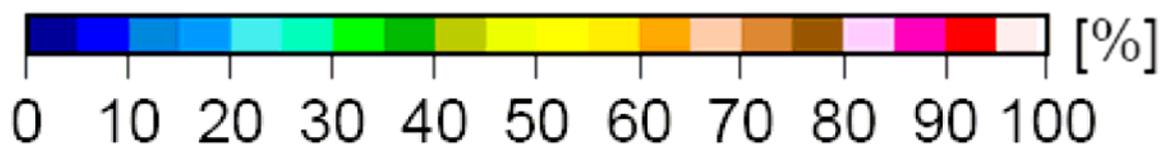
Сентябрь 2007



© IfM Uni-Hamburg; Lars.Kaleschke@zmaw.de

Sea ice concentration 20070925

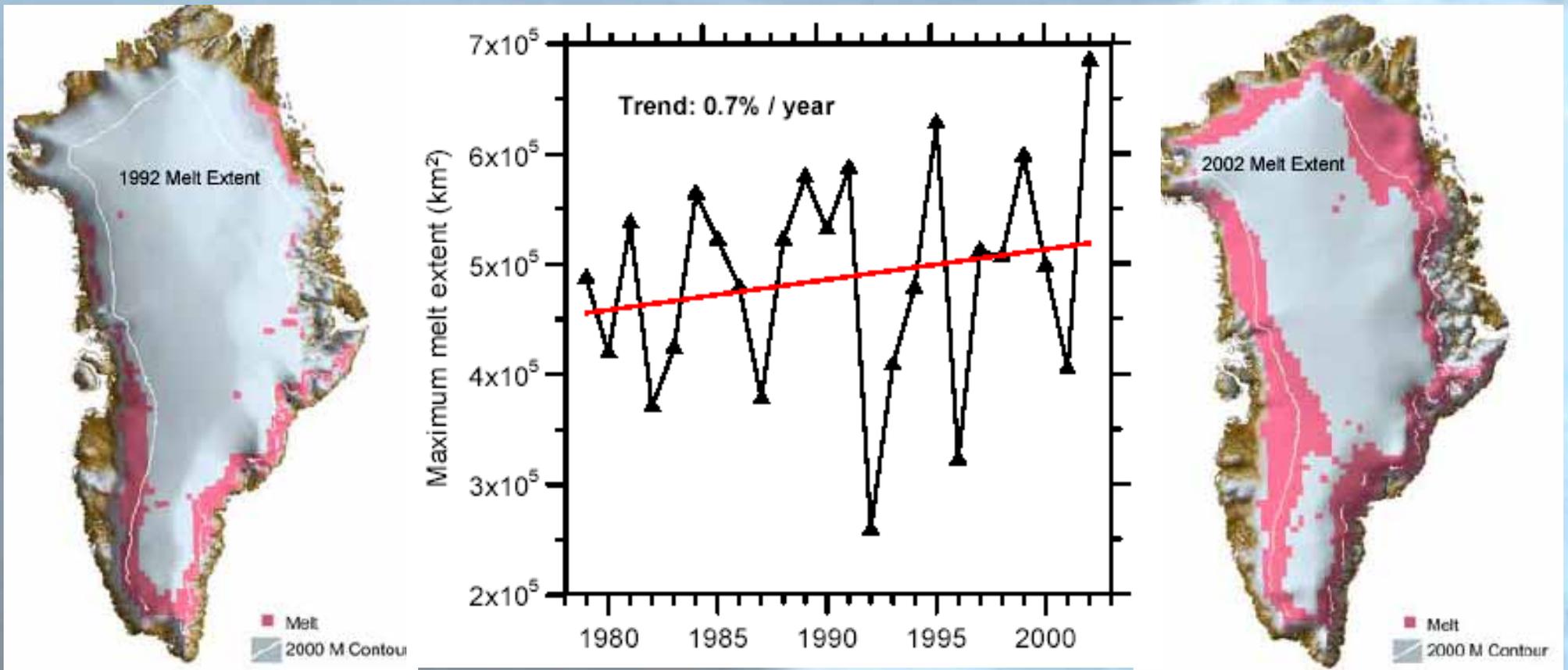
Provided by IfM Uni-Hamburg. ASI algorithm



Таяние ледников Гренландии

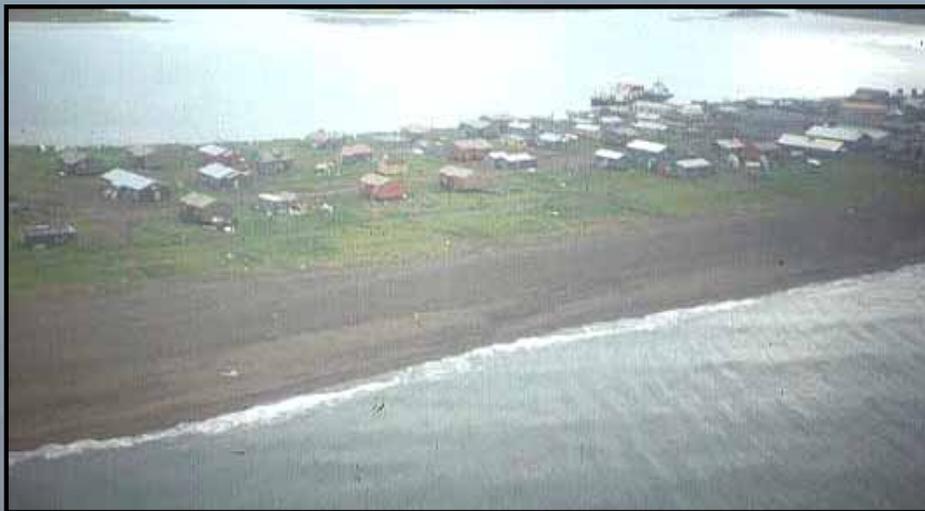
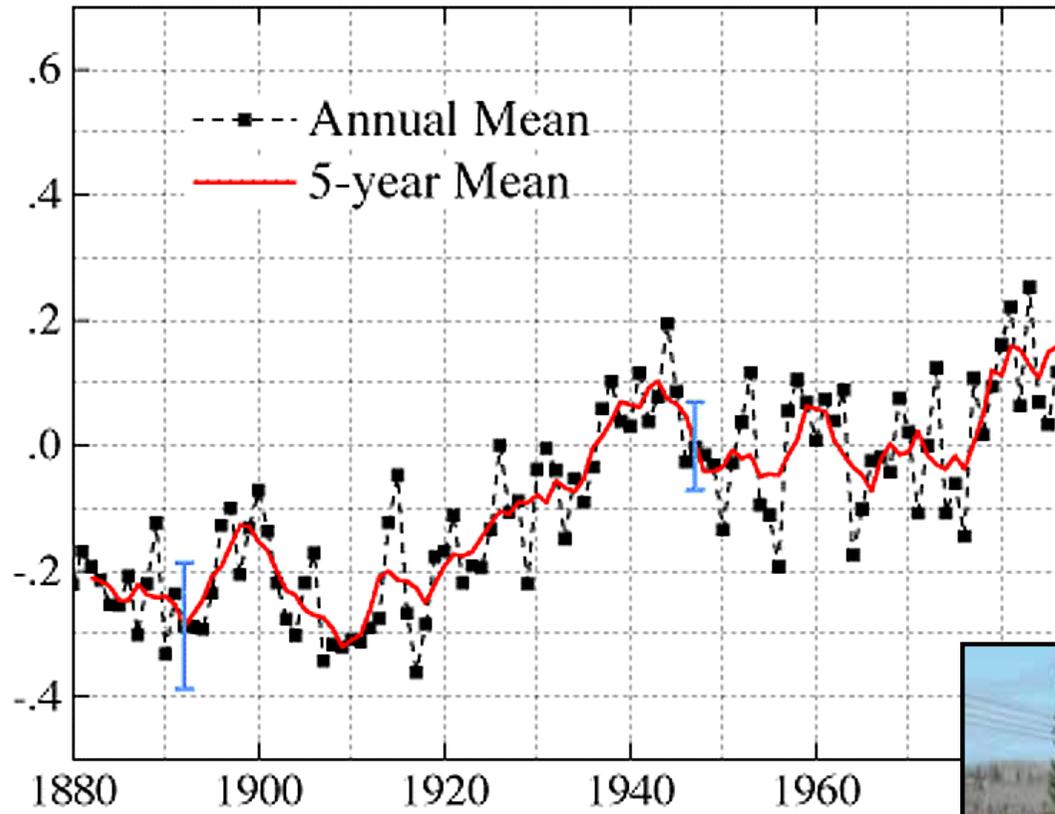
1992

2002



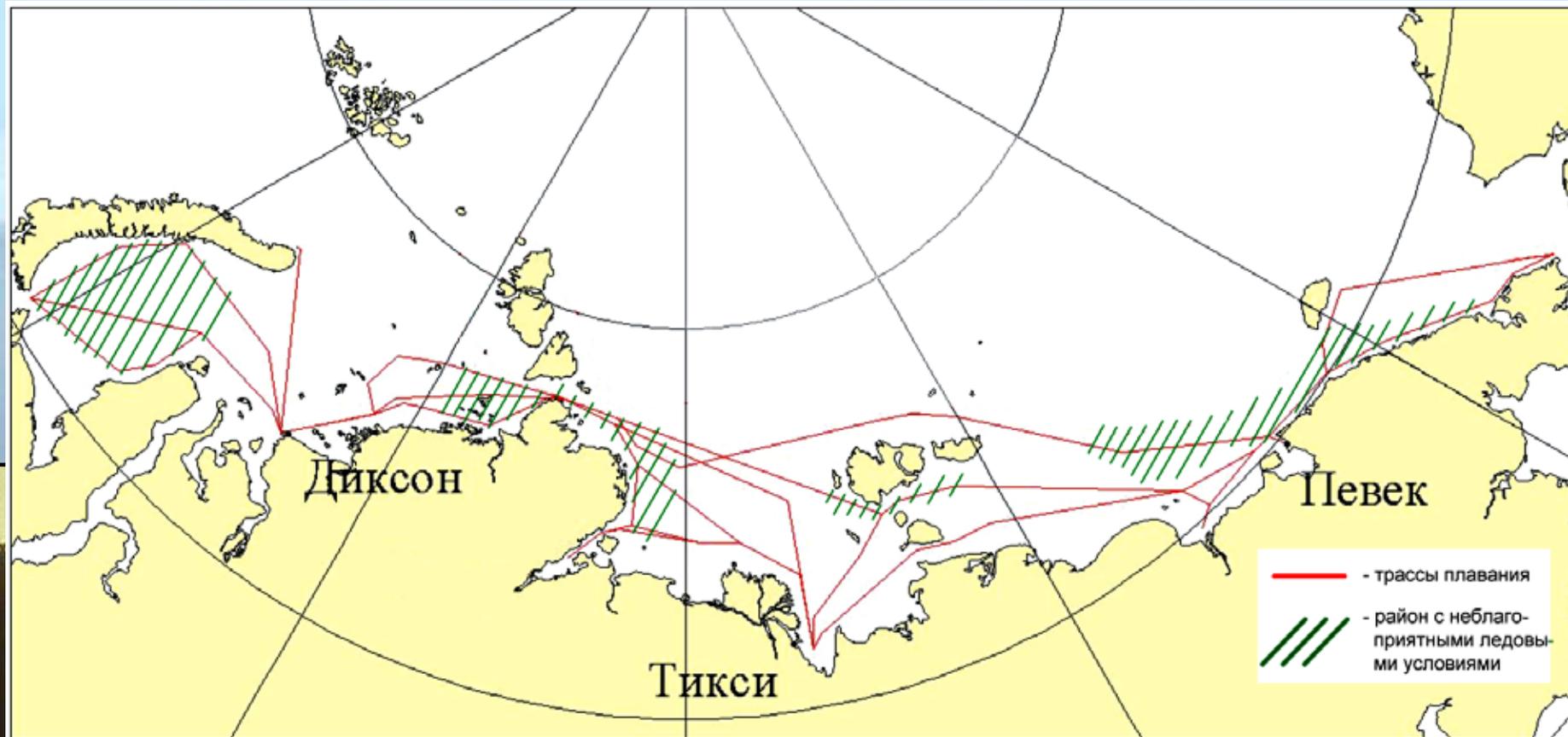
(Steffen and Huff, 2005)

(a) Global-Mean Surface Temperature Anom





Усиление циклонической активности

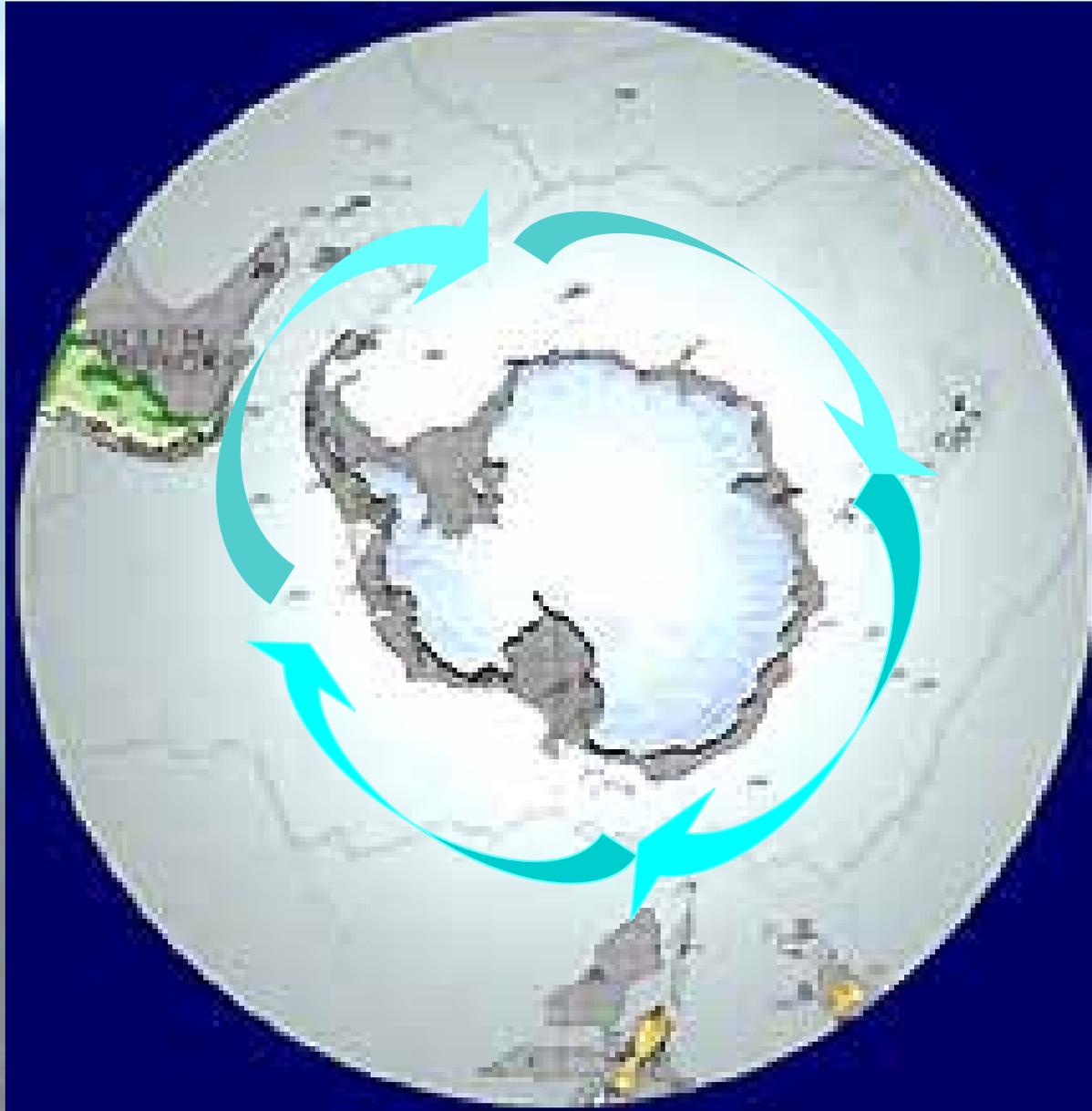


- Открытие СевМорПути
- Доступ к полезным ископаемым
- Более теплые зимы

Антарктика – континент, покрытый льдом



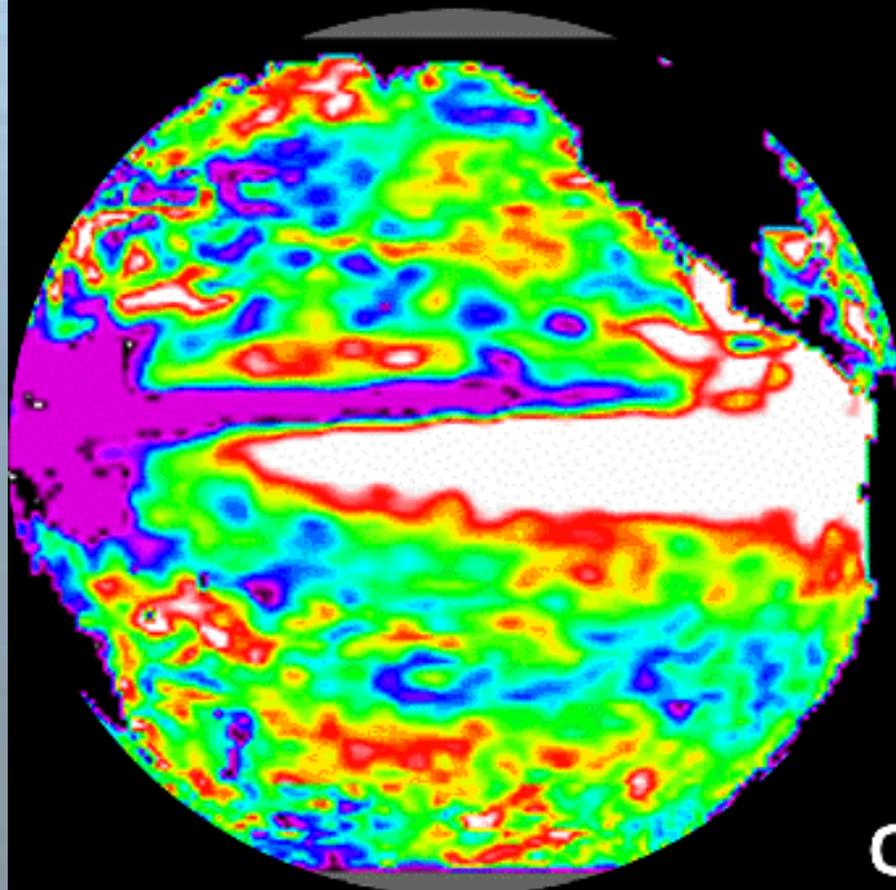
Антарктическое циркумполярное течение



Эль-Ниньо

TOPEX / POSEIDON

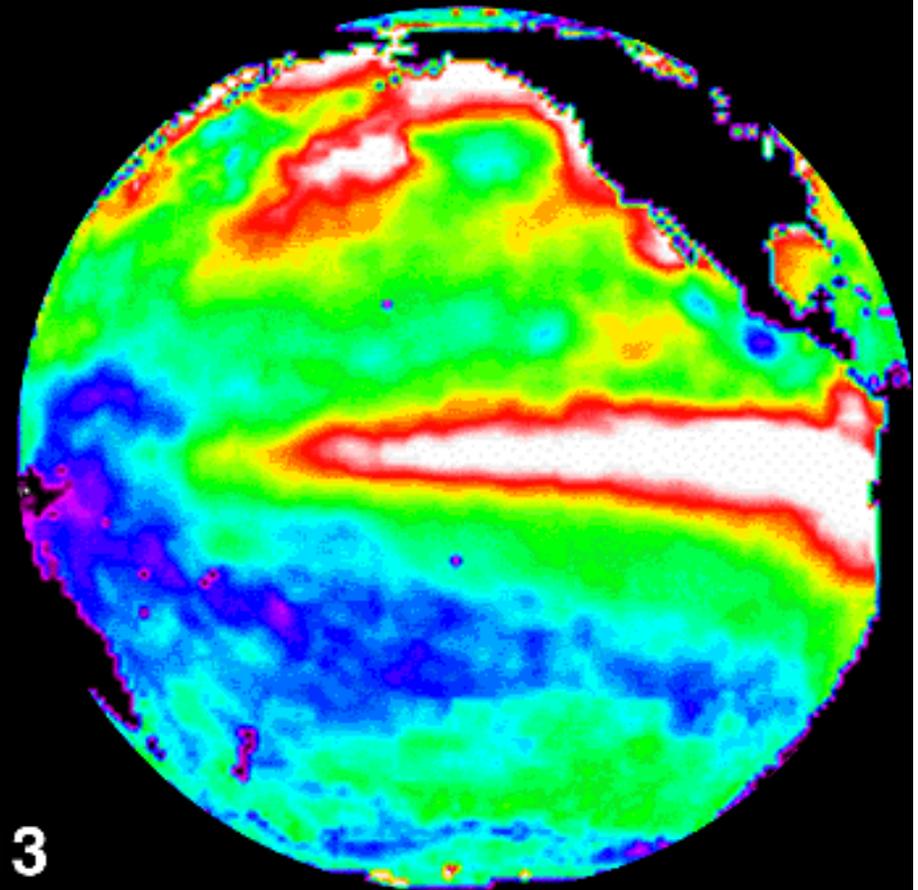
AVHRR PATHFINDER



JPL



RSMAS

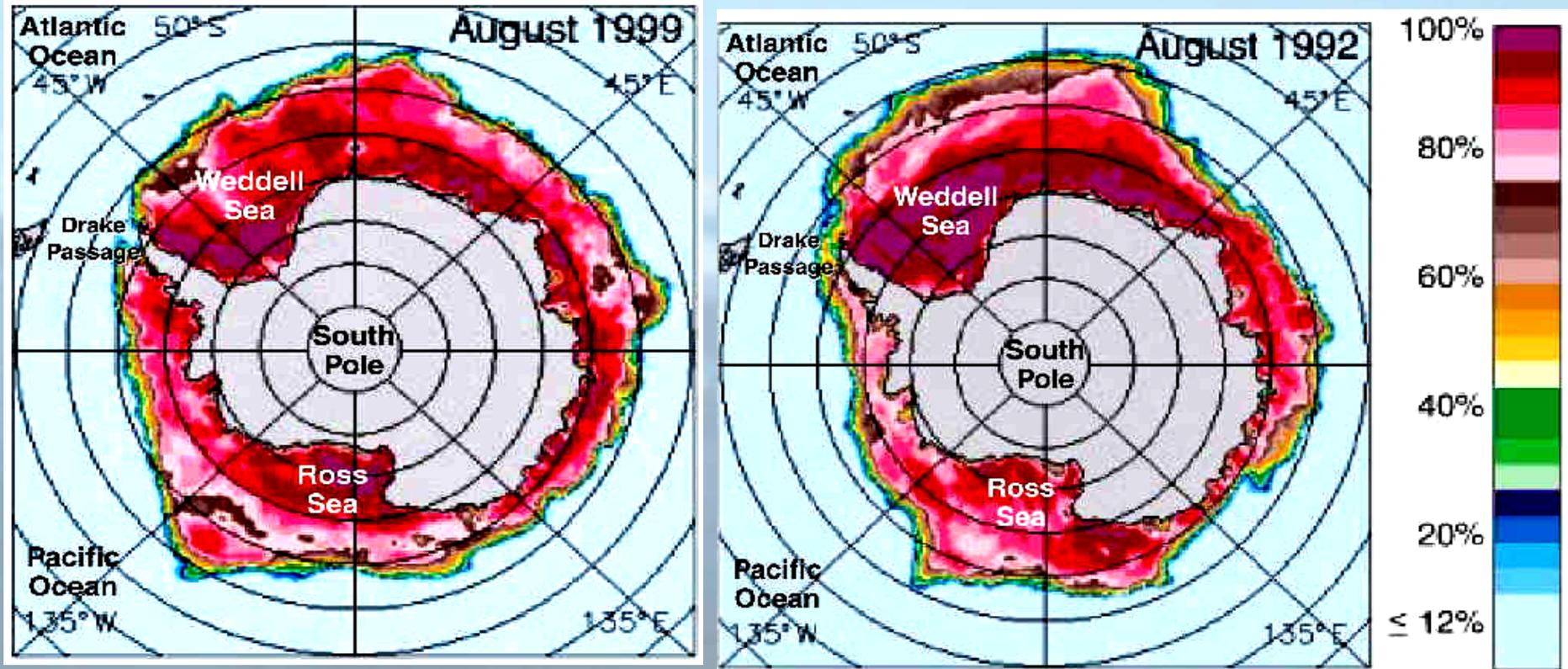


**Oct 6 - 13
1997**

-10 0 10
sea level anomaly (cm)

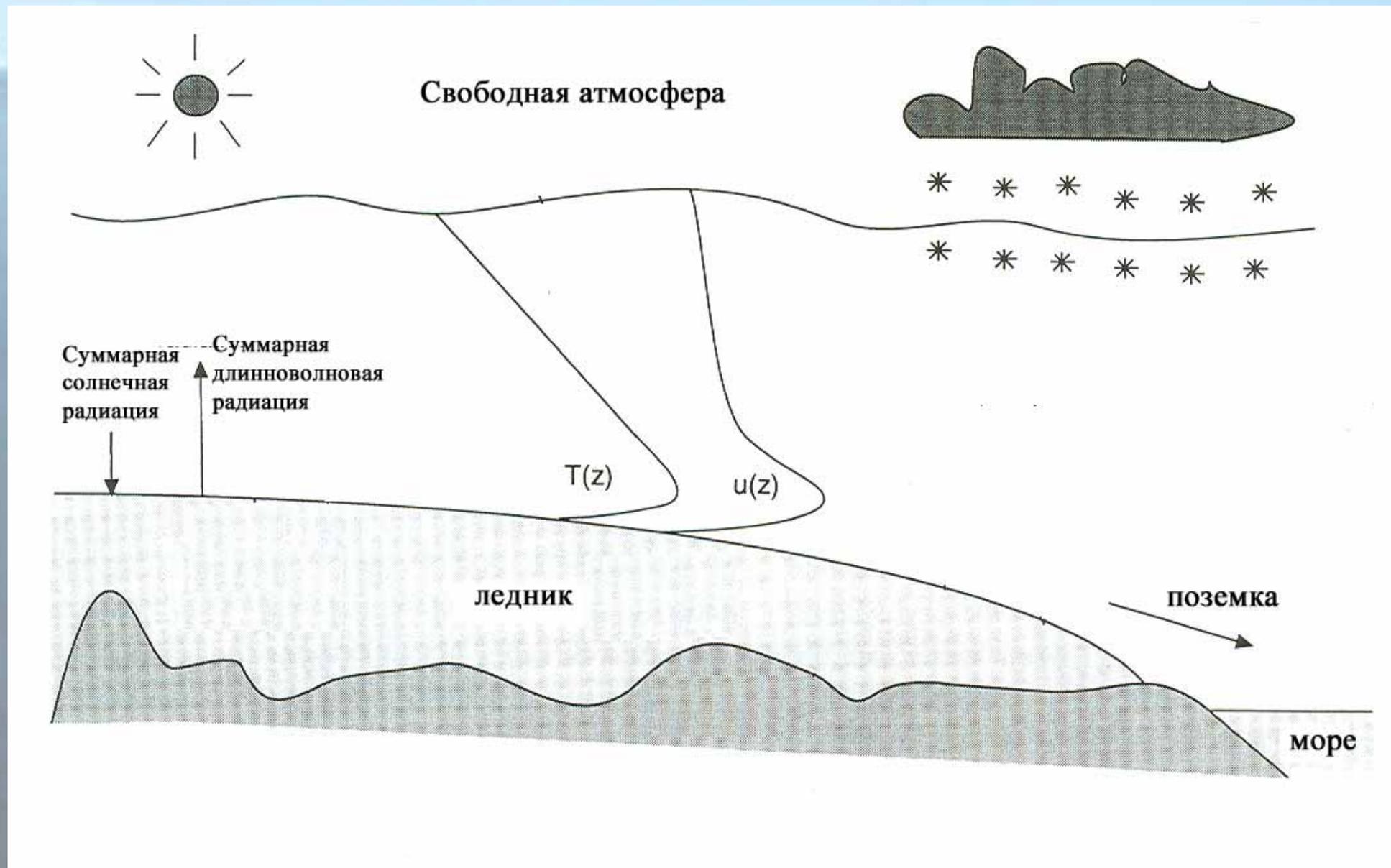
-3 0 3
sst anomaly (°C)

б)



Сплоченность и распространение льда вокруг Антарктиды во время явлений Эль-Ниньо (б) и Ла-Нинья (б). Цветовая шкала характеризует сплоченность льда.

Стоковые (катабатические) ветра



Спасибо за внимание!

