

Дистанционные измерения характеристик снежно-ледяного покрова в Арктике



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

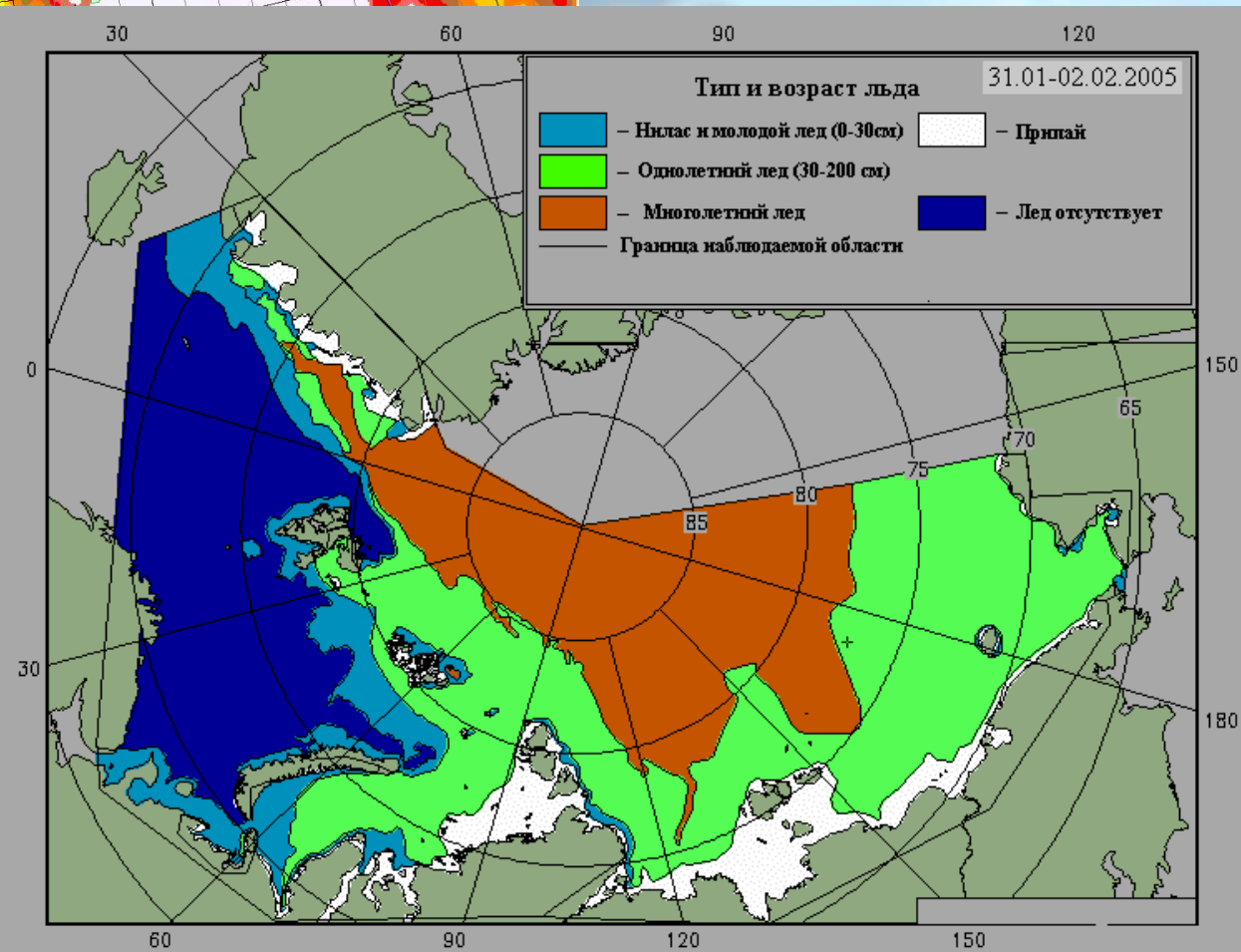
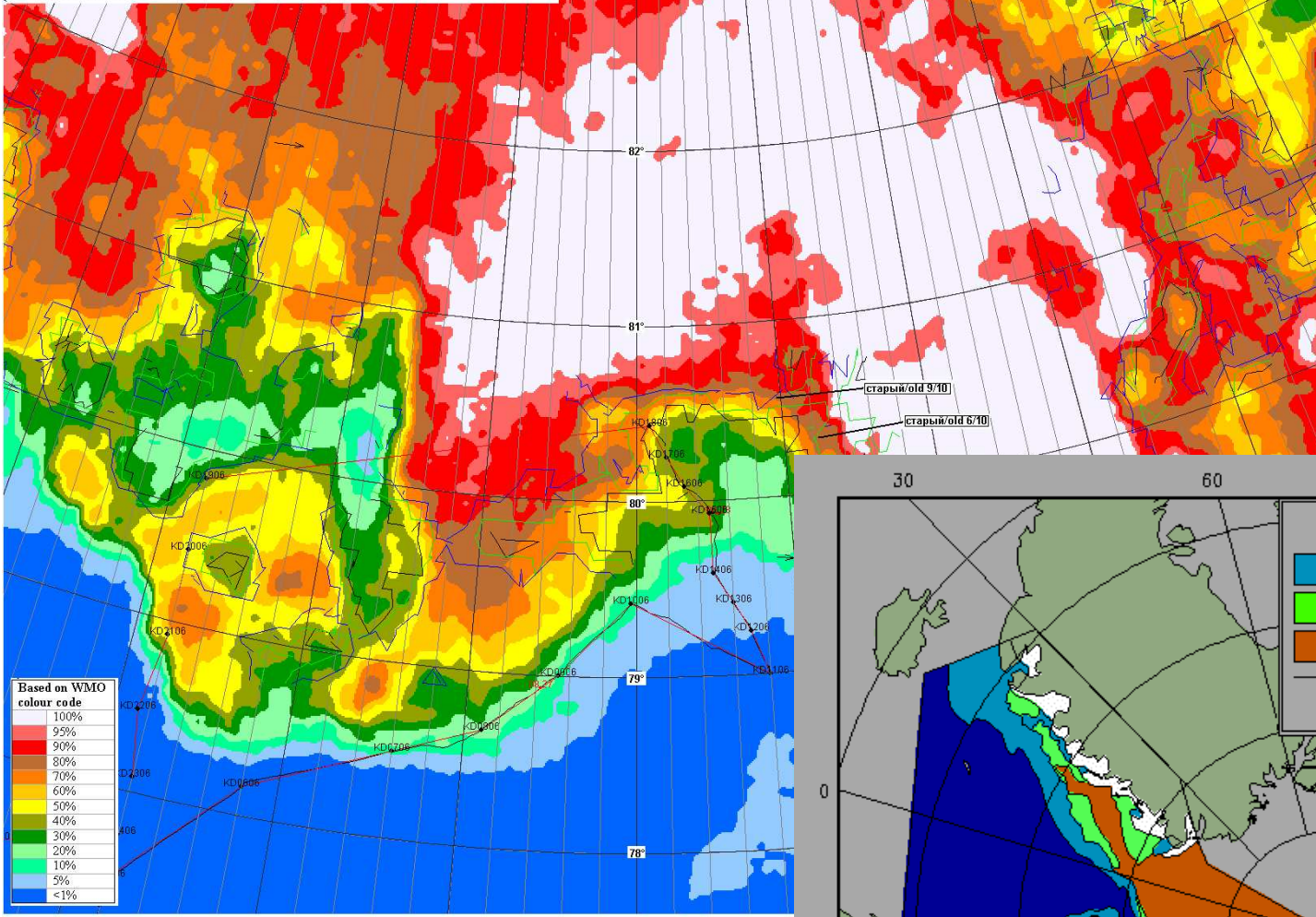
Основное содержание

- 1. Основные задачи полевых исследований турбулентного взаимодействия атмосферы и льда;**
- 2. Потоки тепла над различными типами льда;**
- 3. Коэффициент сопротивления и факторы его определяющие;**
- 4. Методы и результаты определения температуры поверхности;**
- 5. Заключение.**

Оценка распределения общей сплоченности за период 0-11UTC 28.08.2006
 Источники данных: DTU (<http://www.seaice.dk>); общая сплоченность - EQUA AMSR, гибридный алгоритм, вектора дрейфа - данные расчетов NCEP за 2006.08.25-28
 Внимание: для разрушенного льда и льда, полос и пятен наблюдается занижение общей сплоченности

Sea ice total concentration pattern for 0-11UTC 28.08.2006

Data source: DTU (<http://www.seaice.dk>); total concentration - EQUA AMSR, DTU hybrid algorithm, ice drift vectors - NCEP processing for 2006.08.25-28
 Attention: total concentration for melted ice, in ice stripes and patches is underestimated.



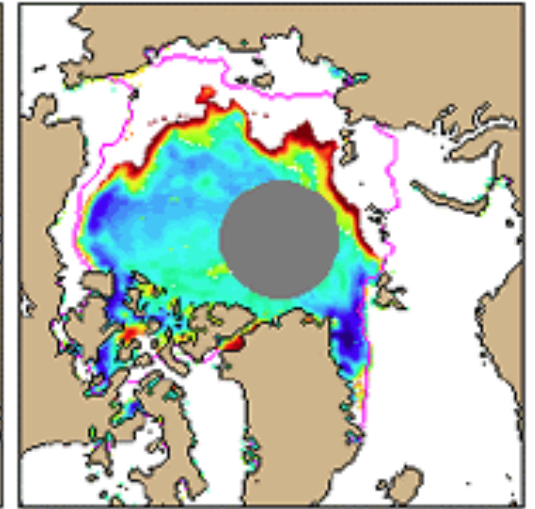
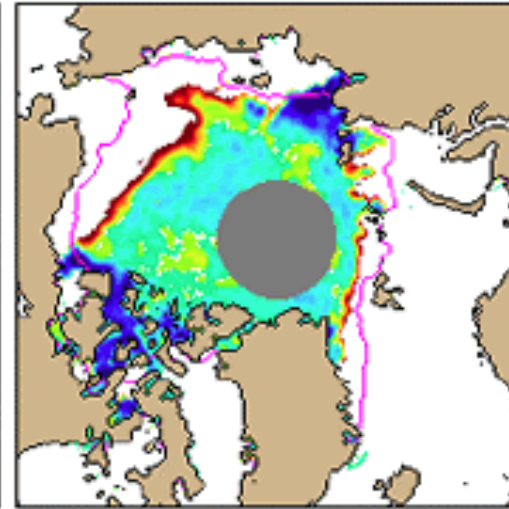
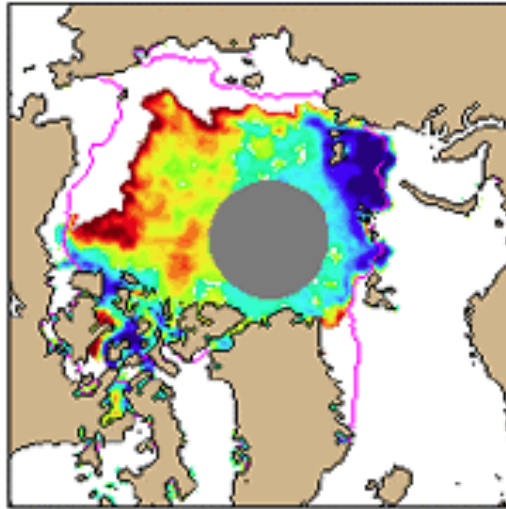
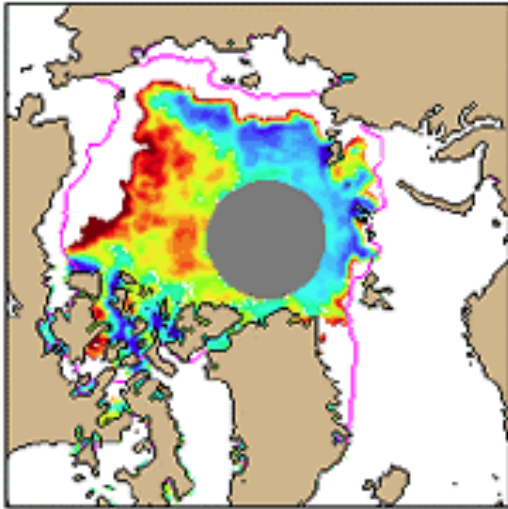
Летний минимум распределения арктического льда

2002

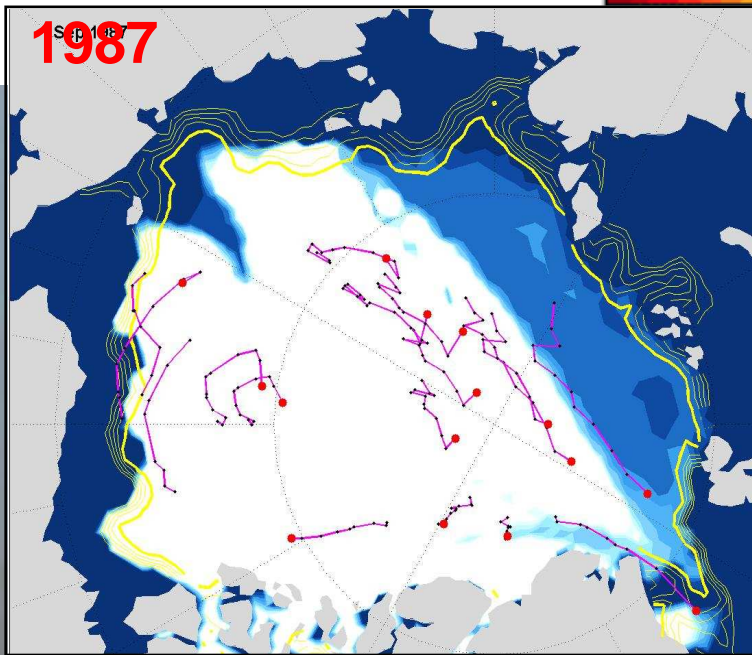
2003

2004

2005

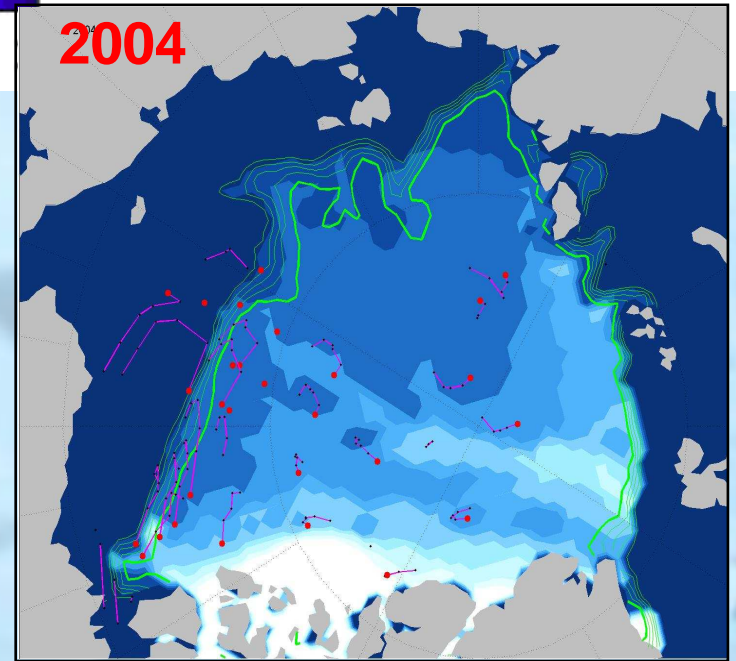


1987



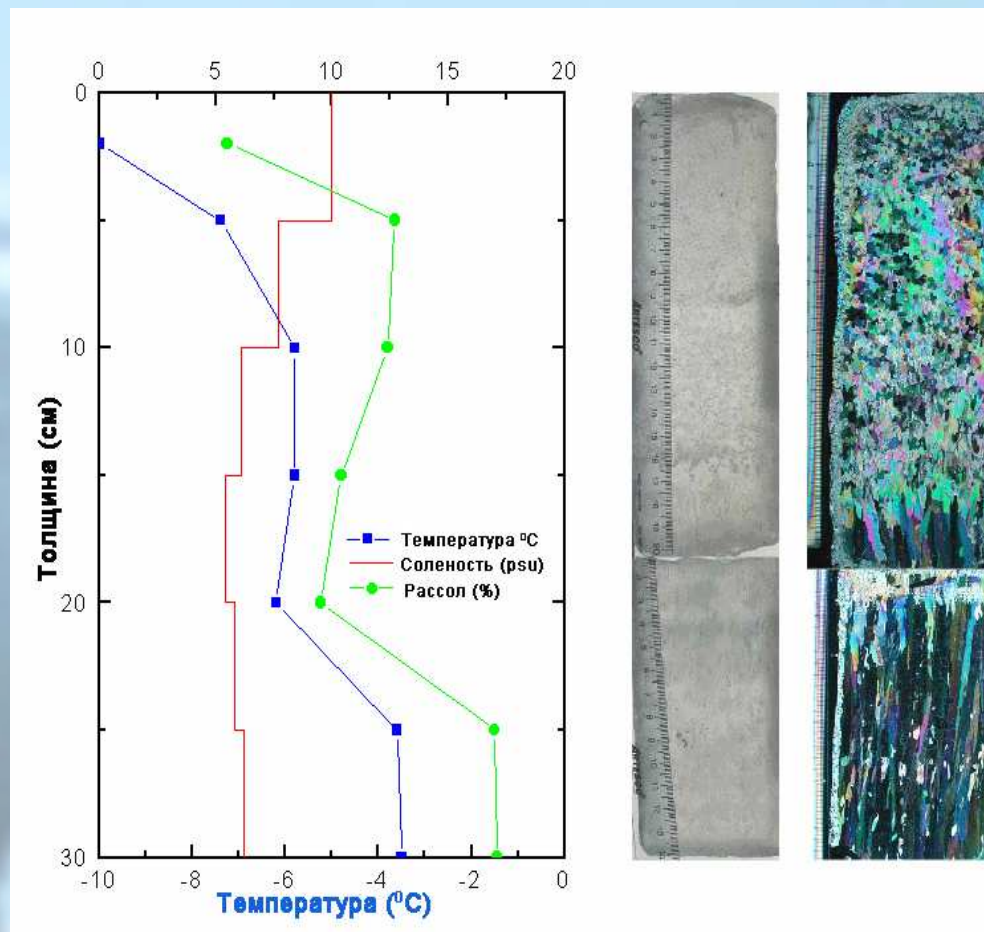
0

2004

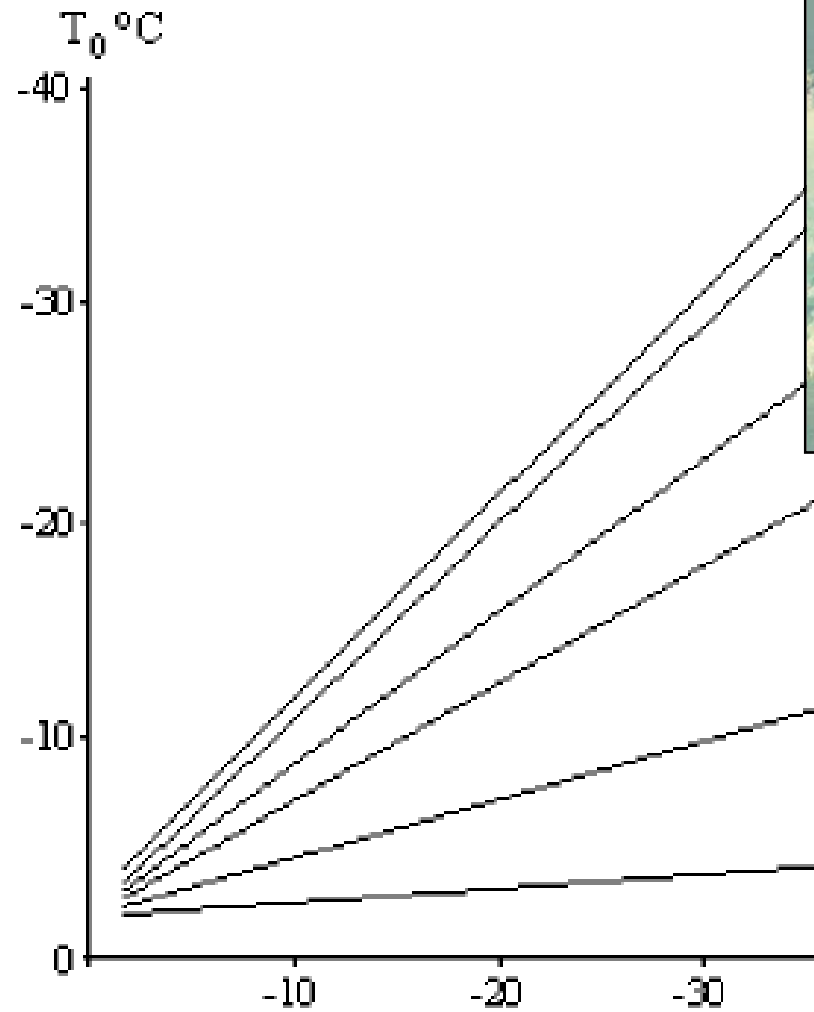


Основные факторы, влияющие на толщину льда:

1. Температура
2. Соленость
3. Плотность (меняется от сезона к сезону и существенно зависит от температуры и солености льда)
4. Теплоемкость (определяется теплоемкостями пресноводного льда, рассола, солями в рассоле и солями в осадке)
5. Структура поверхности (заснеженность, всторошенность, наличие снежиц и разрывов)

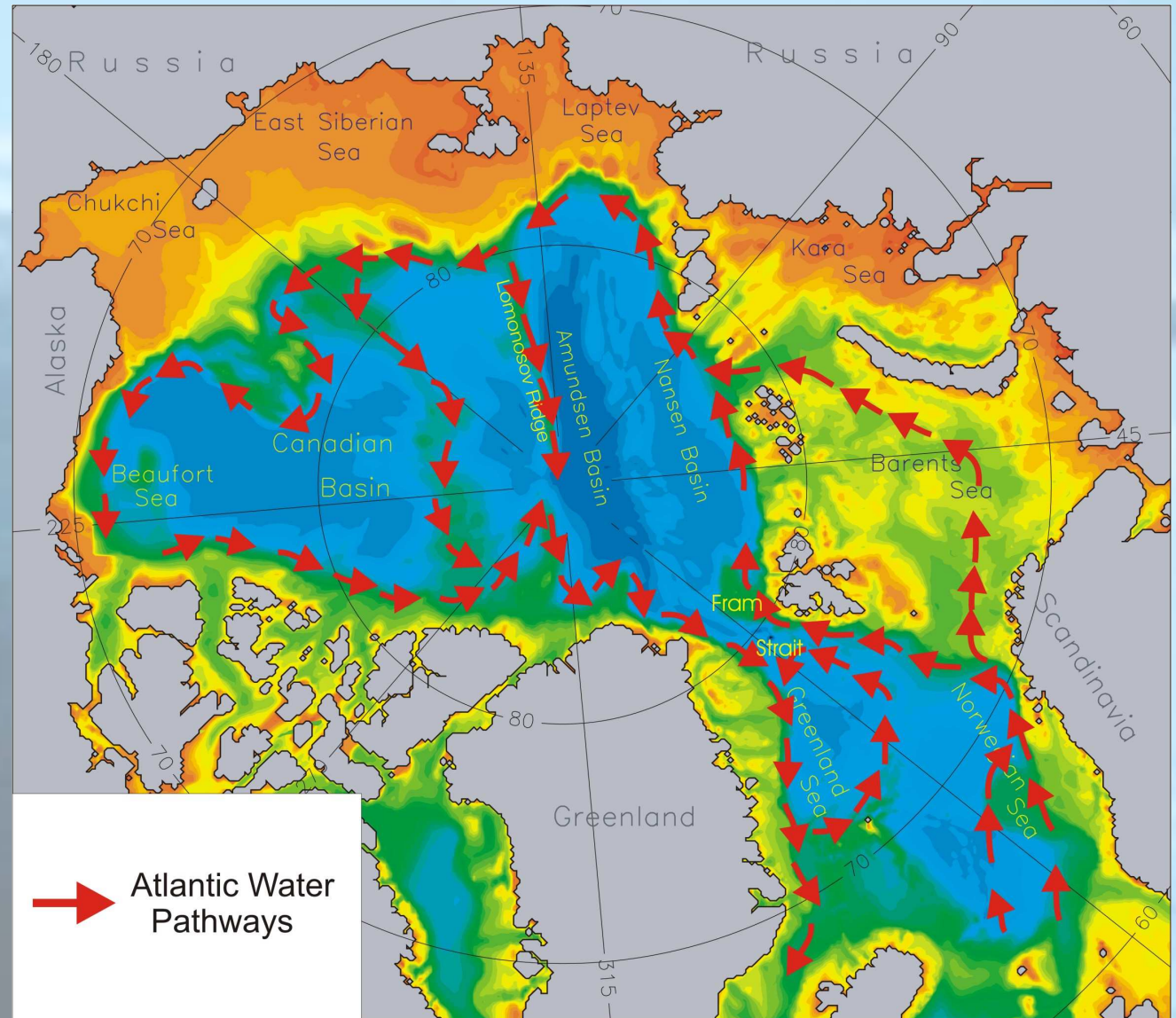
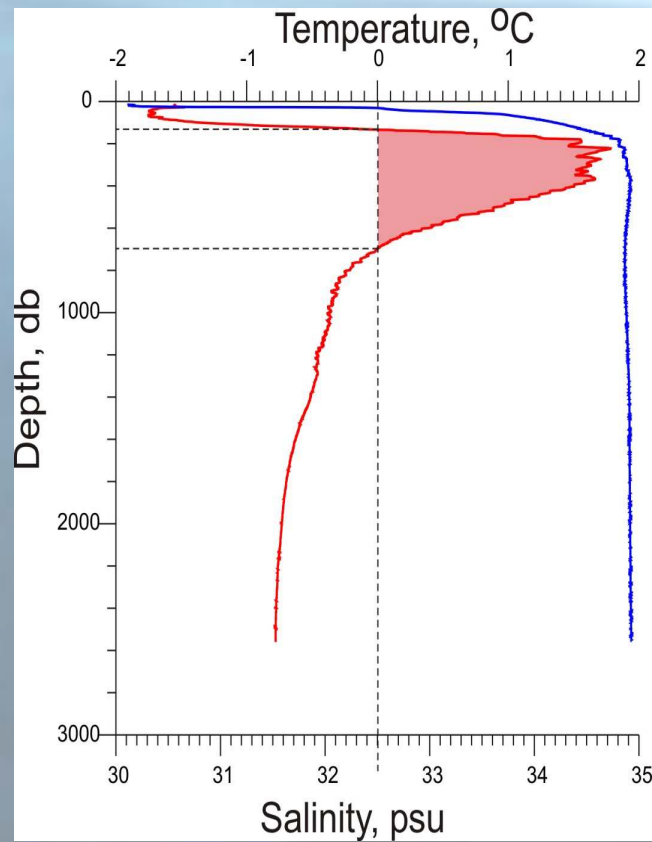


Зависимость температуры снежно-ледяной поверхности от температуры воздуха для различных значений толщины льда



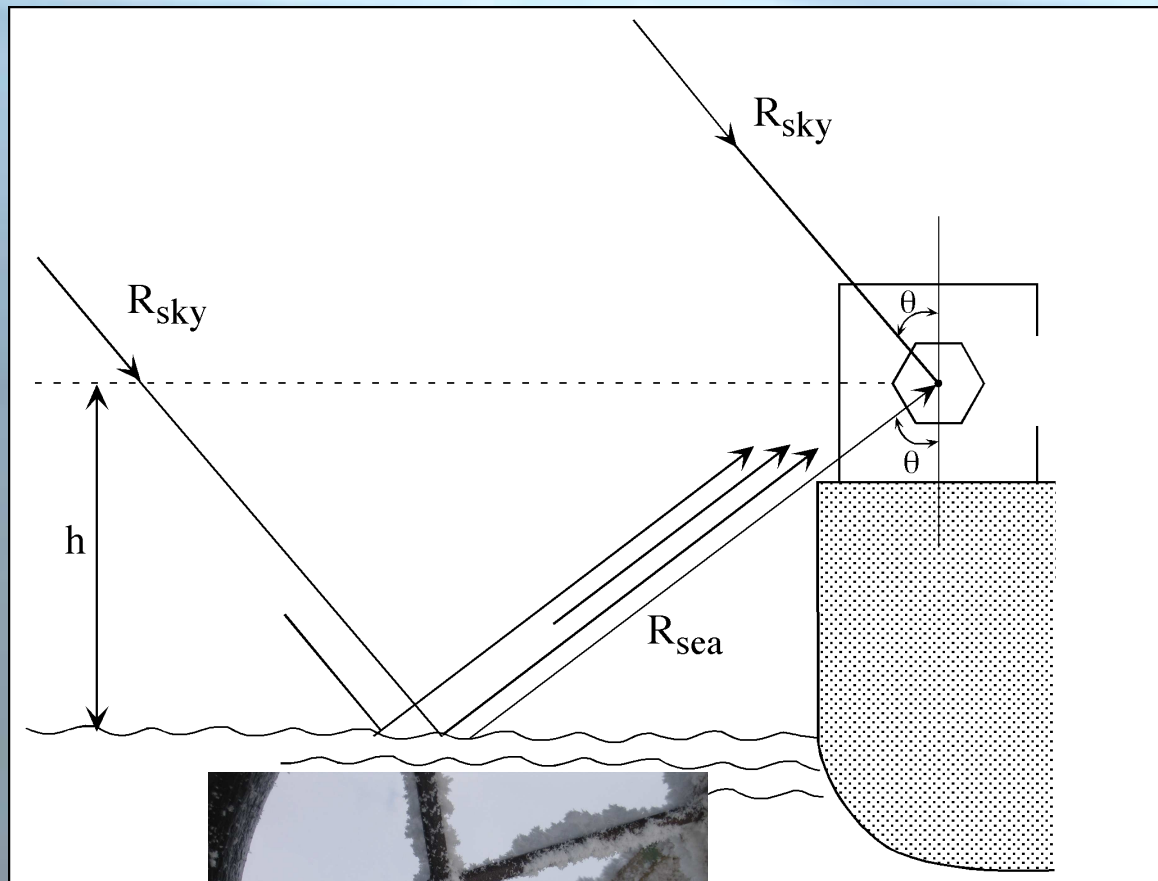
Поступление Атлантических вод в Северный ледовитый океан.

Распределение температуры и солености



Измерения температуры подстилающей поверхности в эксперименте NAVOS/АВЛАП (август-сентябрь 2006)

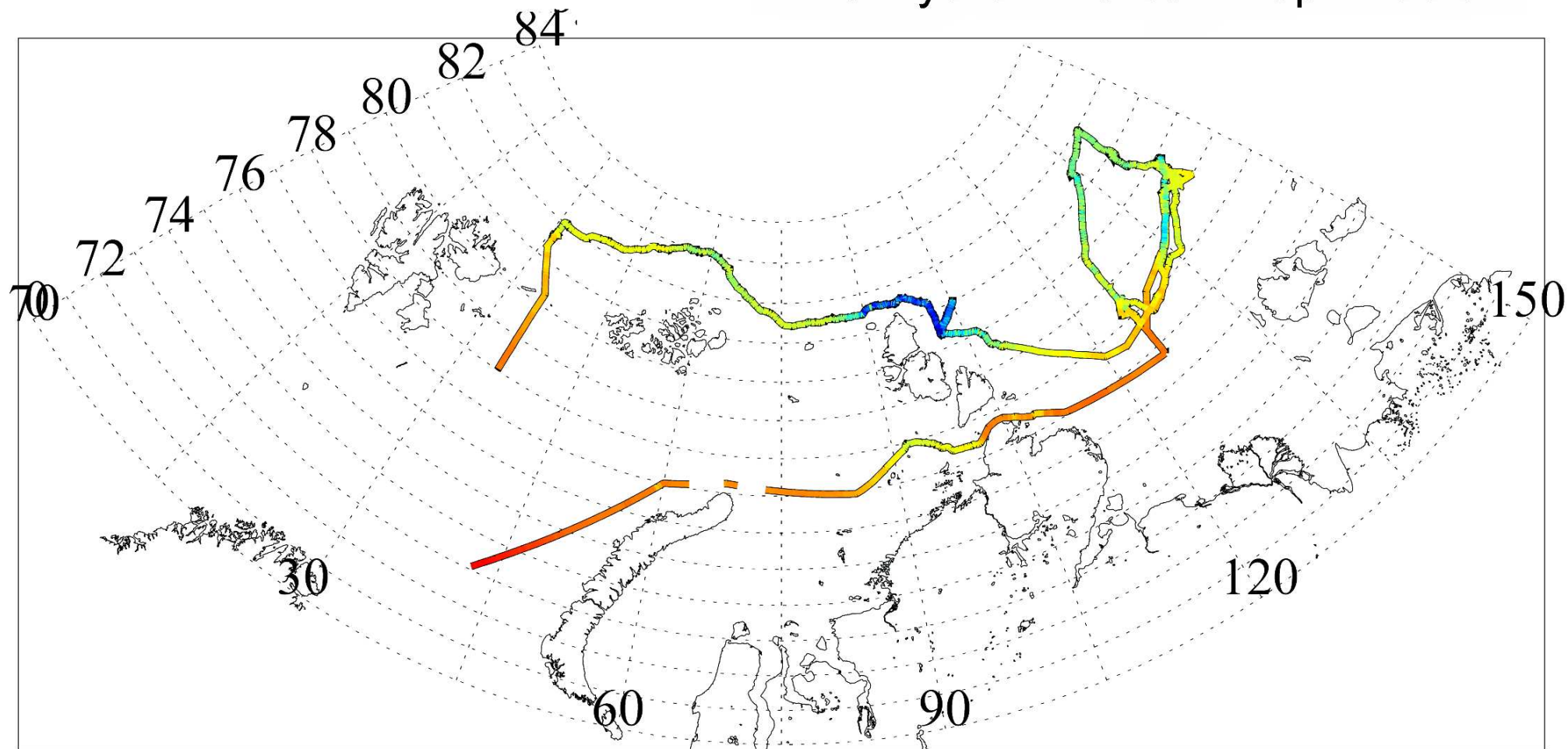
Комплекс СВЧ радиометров (5 см и 8 см)



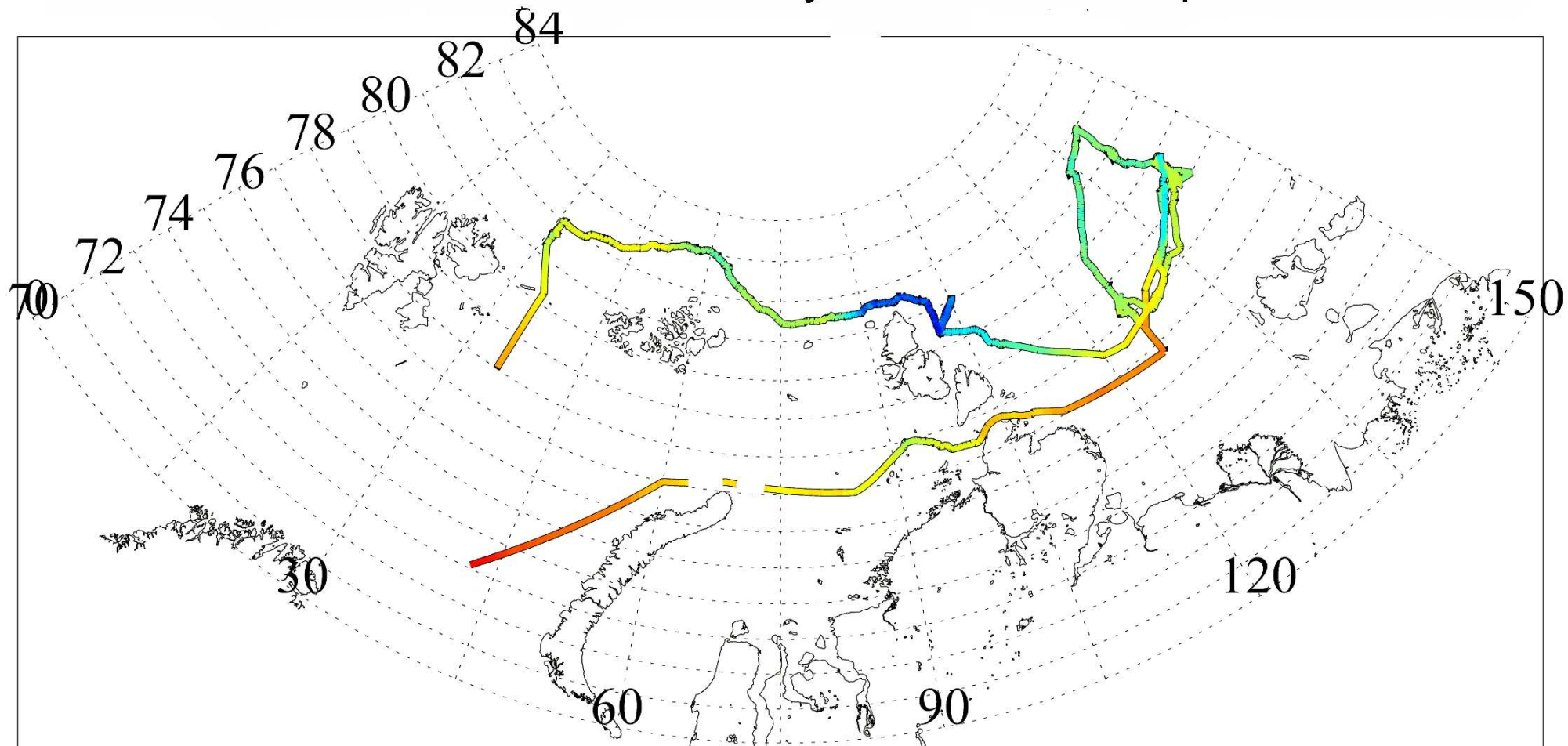
ИК-тепловизор ИРТИС



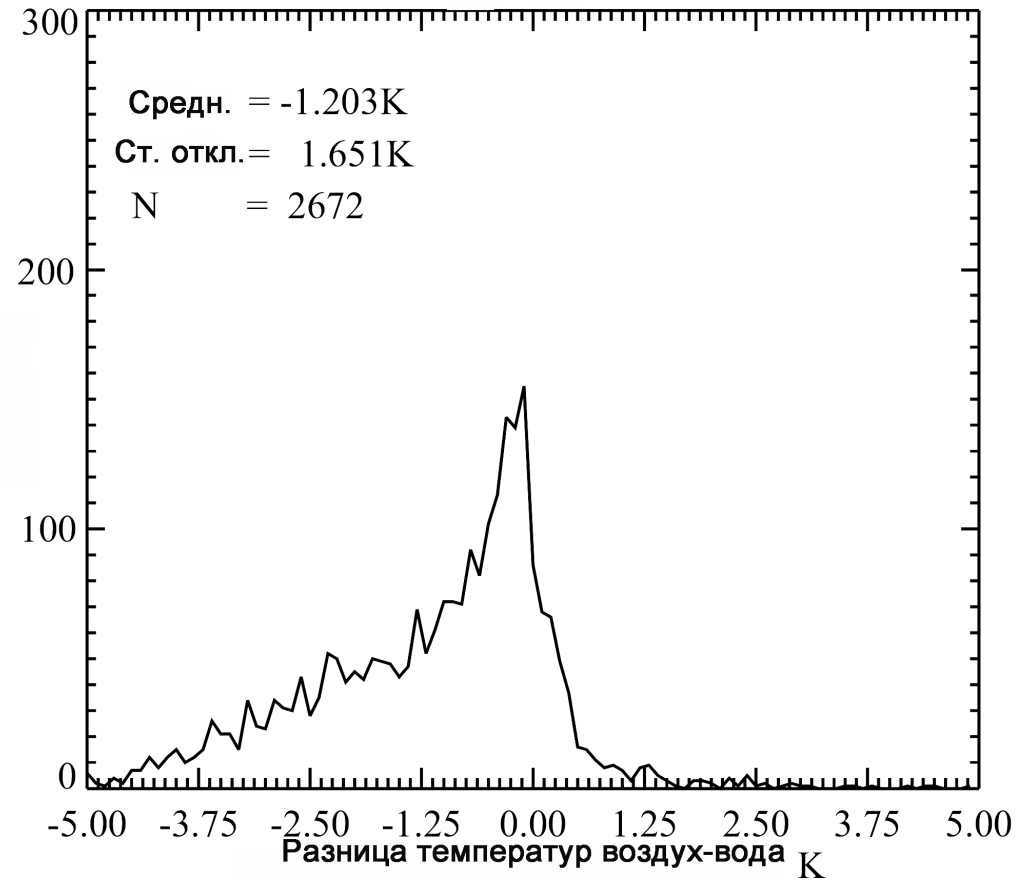
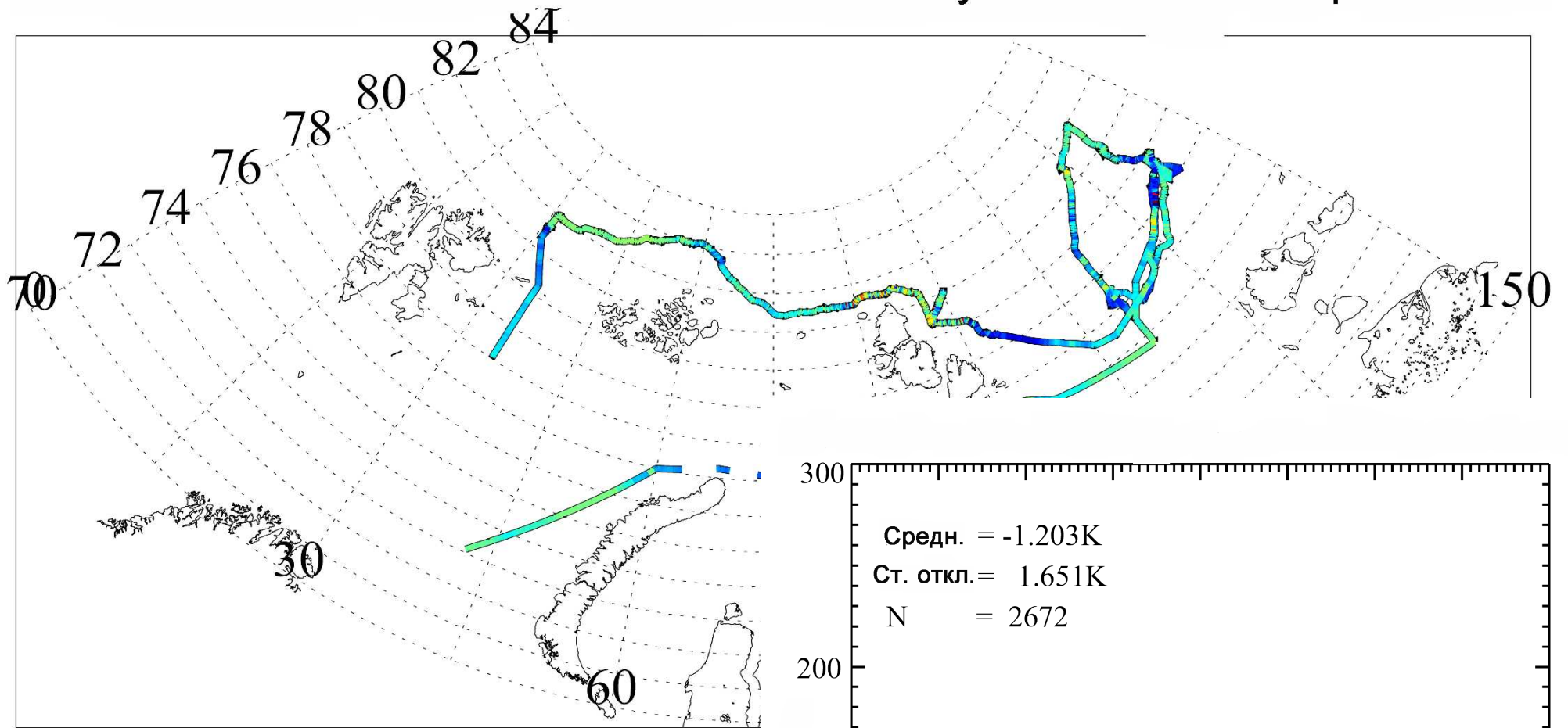
22 августа - 13 сентября 2006

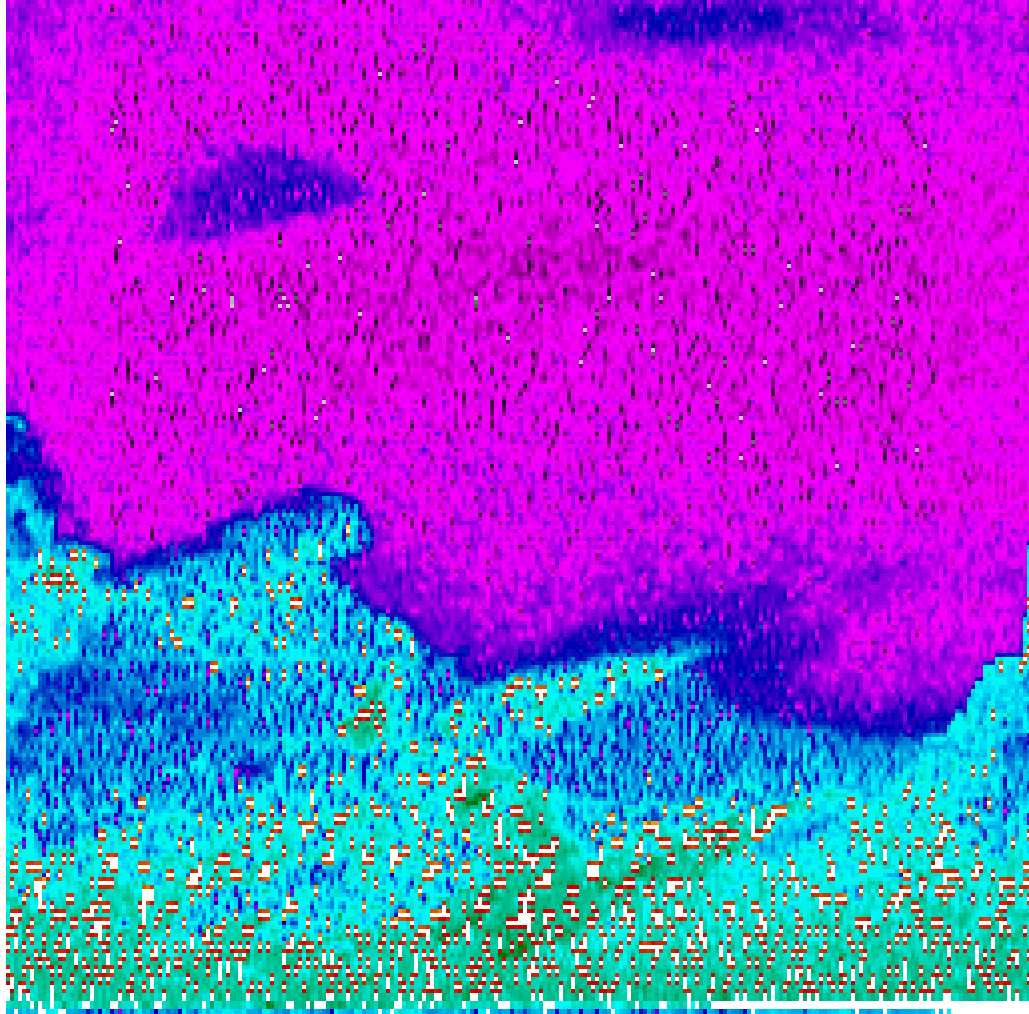


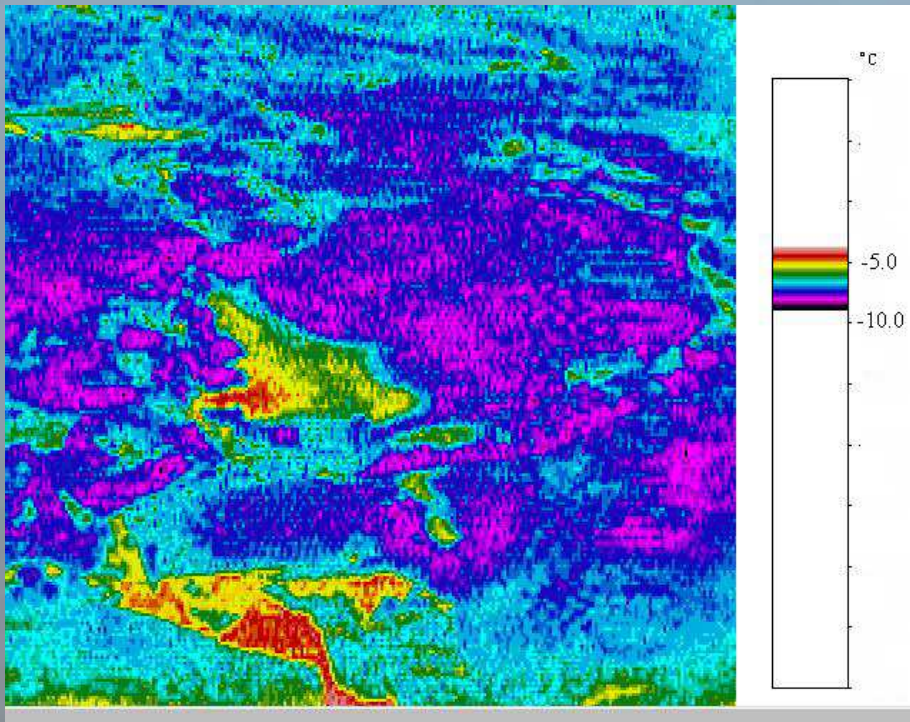
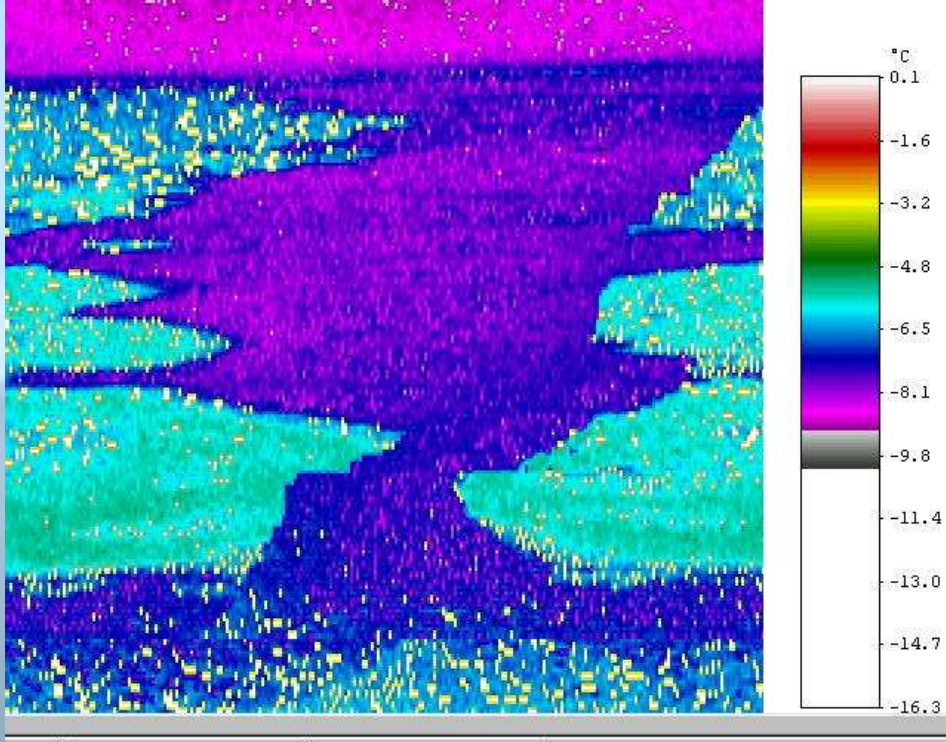
22 августа - 13 сентября 2006



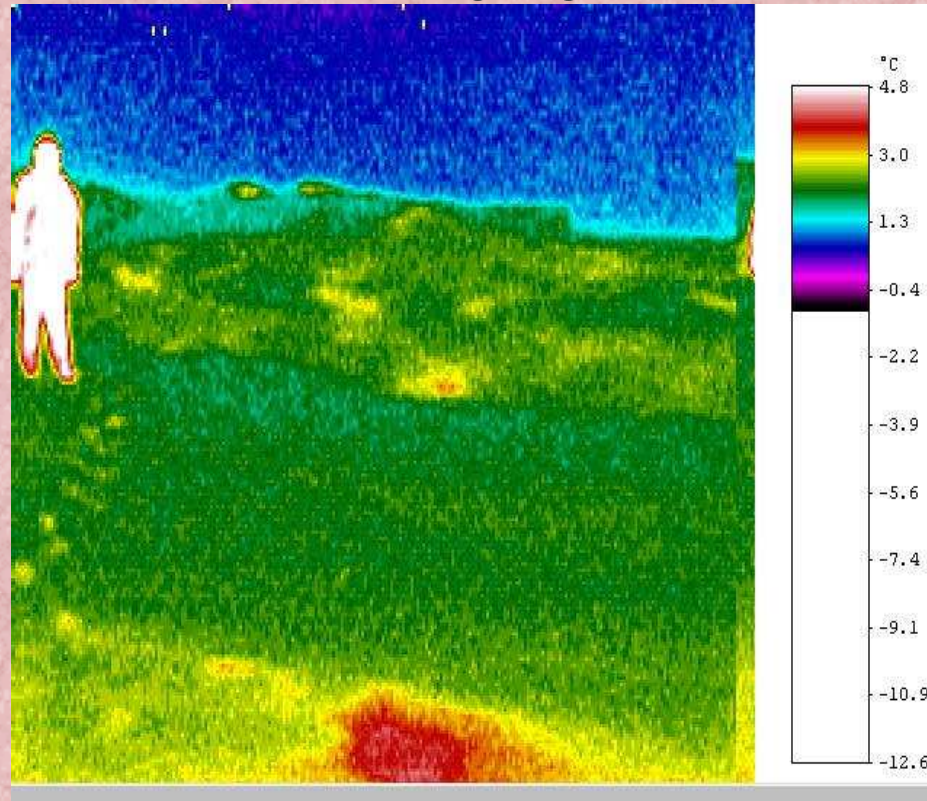
22 августа - 13 сентября 2006



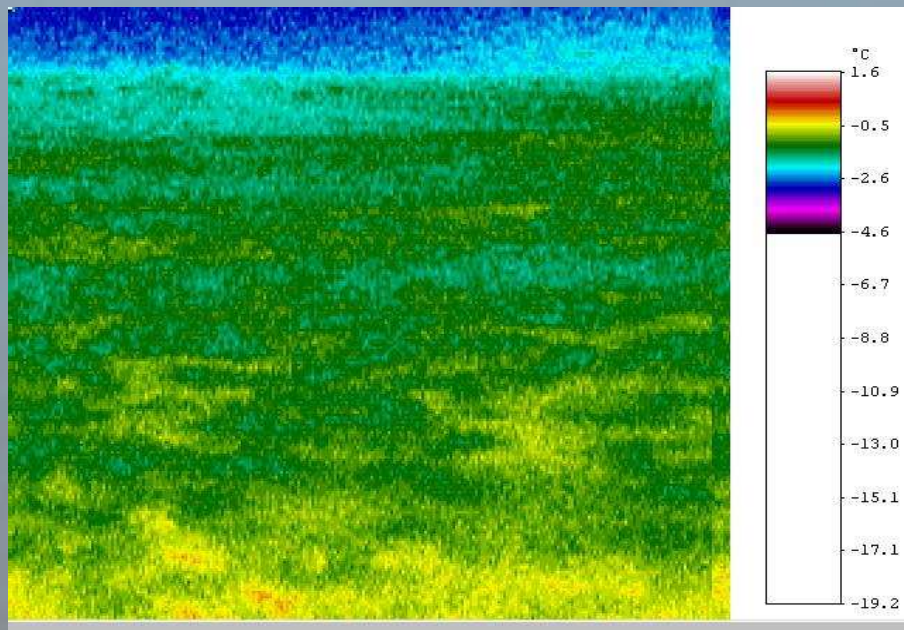
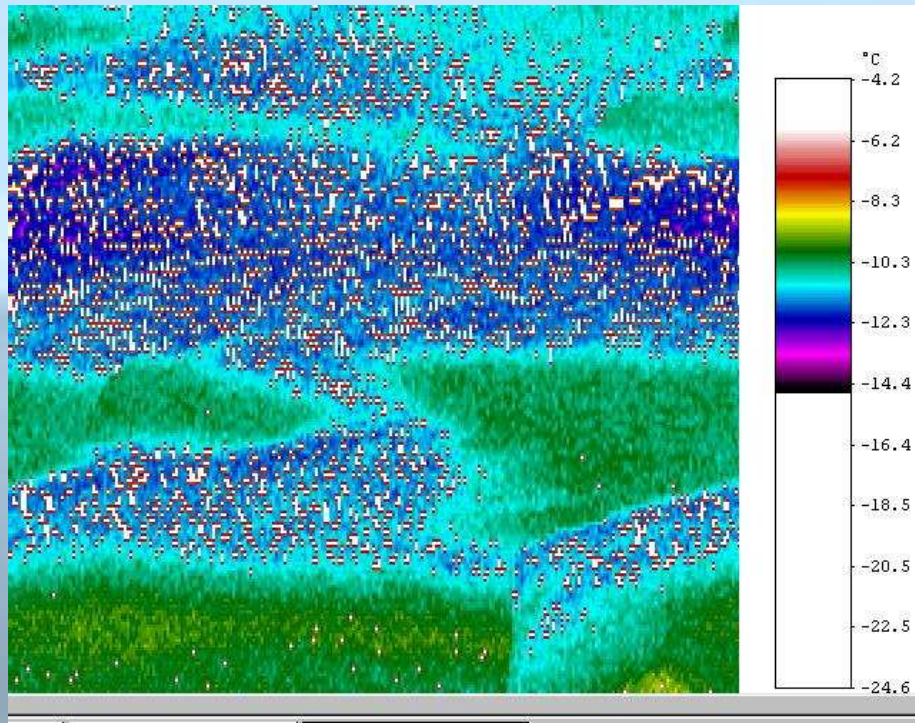




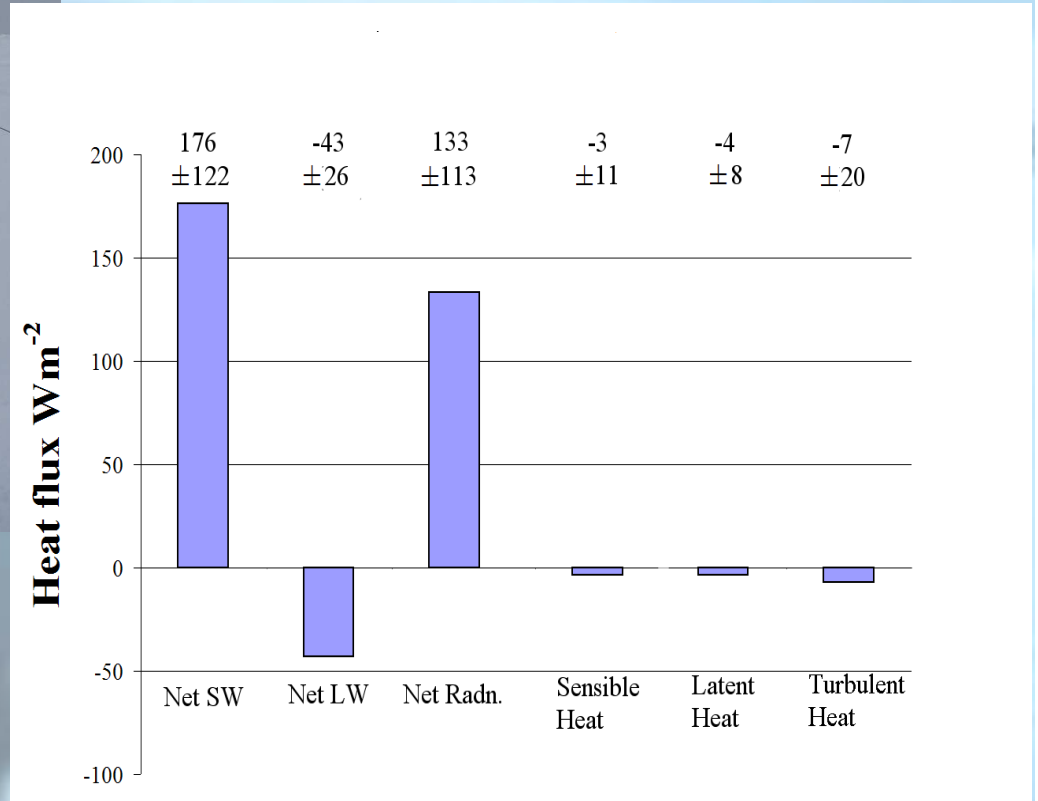
Термическая структура тороса

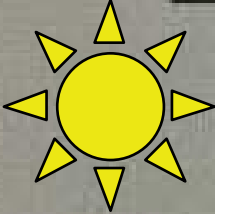


Снежницы

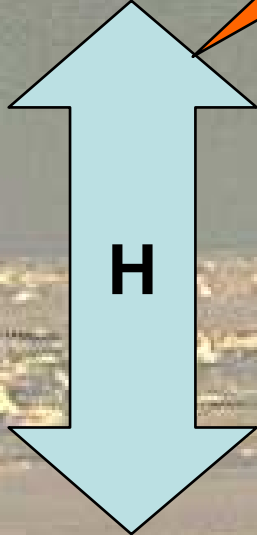


Турбулентные измерения

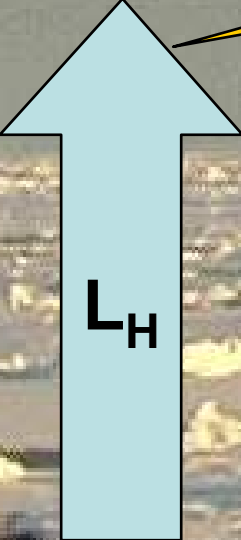




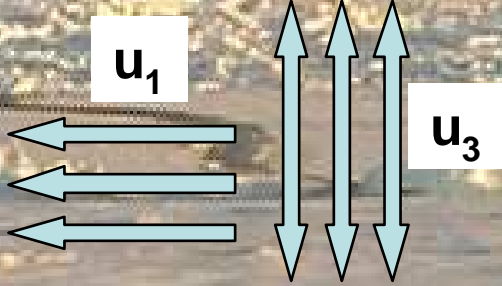
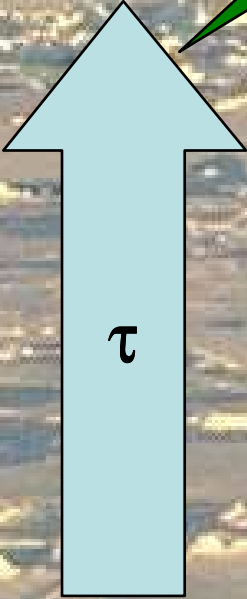
Турбулентный
поток тепла



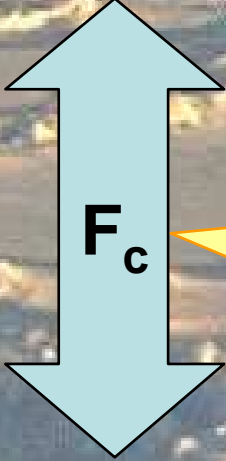
Турбулентный
поток влаги



Поток
импульса



Турбулентный
поток CO_2



Измеряемые величины
 q, c, T, U, V, W
 10-20 Hz

$$s' = s - \bar{s}$$

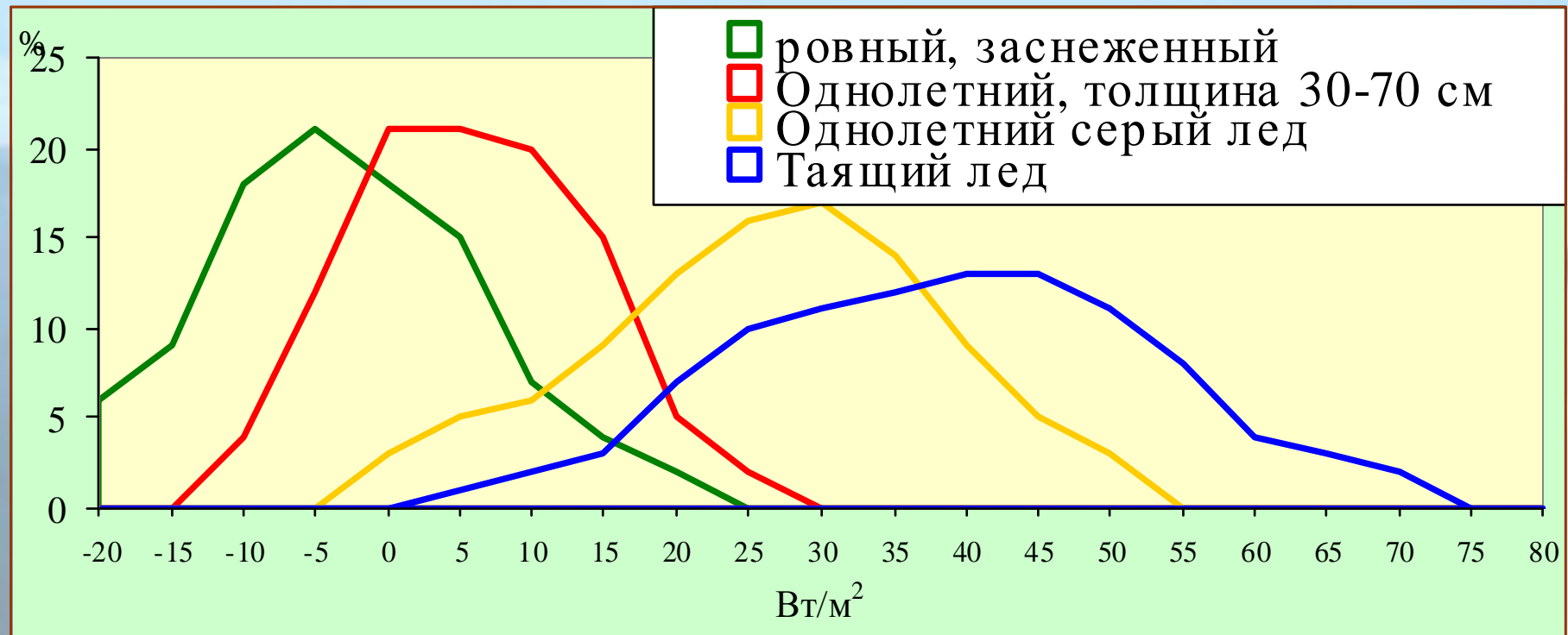
$\tau = -\rho_0 \left[\overline{u'w'^2} + \overline{v'w'^2} \right]^{1/2} = \rho_0 u_*^2$ - Поток импульса
 $H = c_p \rho_0 \overline{w'T'}$ - Поток тепла
 $L_E = \rho_0 \overline{w'q'} L_s$ - Поток влаги
 $F_{CO_2} = \overline{w'c'}$ - Поток углекислого газа

$\tau = \rho C_D u_z^2$
 $H = \rho c_p C_H u_z (T_0 - T_z)$
 $L_E = L_s C_E u_z (q_0 - q_z)$

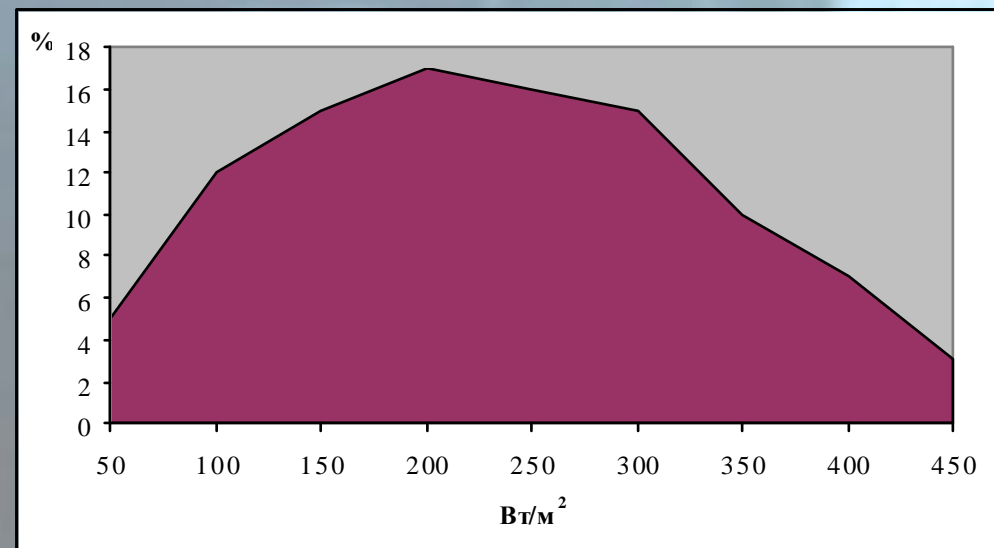
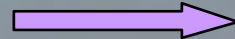
$C_D = \left(\frac{u_*}{u_z} \right)^2$ - Коэффициент сопр.
 $C_H = \frac{\overline{w'T'}}{u_z (T_0 - T_z)}$ - Число Стентона
 $C_E = \frac{\overline{w'q'}}{u_z (q_0 - q_z)}$ - Число Дальтона

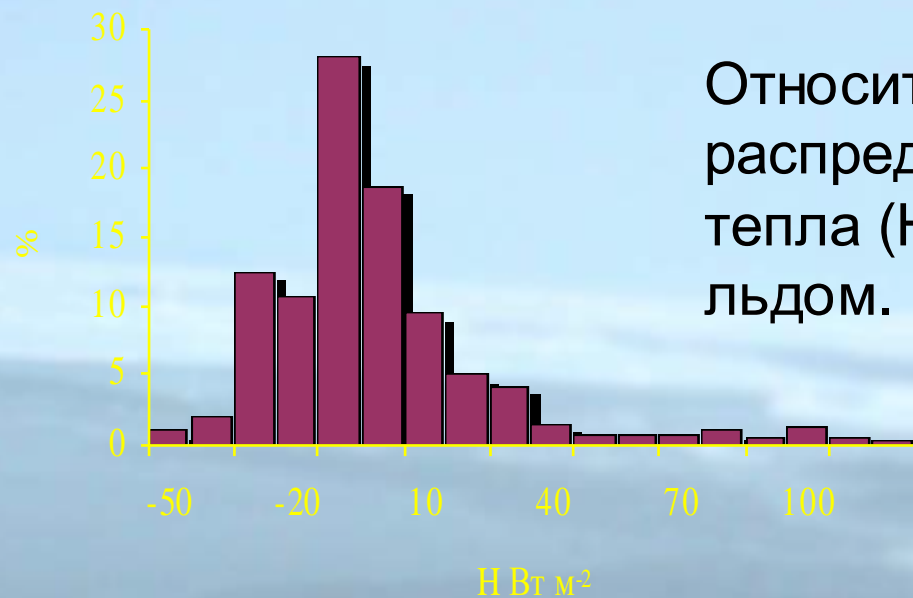
Параметр шероховатости
 $z_0 = z \exp \left(-\frac{\kappa}{\sqrt{C_{Dn}}} \right)$
 Масштаб
 Монина-Обухова
 $L = -\frac{u_*^2 \rho c_p}{\kappa \beta H} \quad \beta = \frac{g}{T}$

Относительное распределение величин измеренного потока явного тепла в зависимости от типа льда

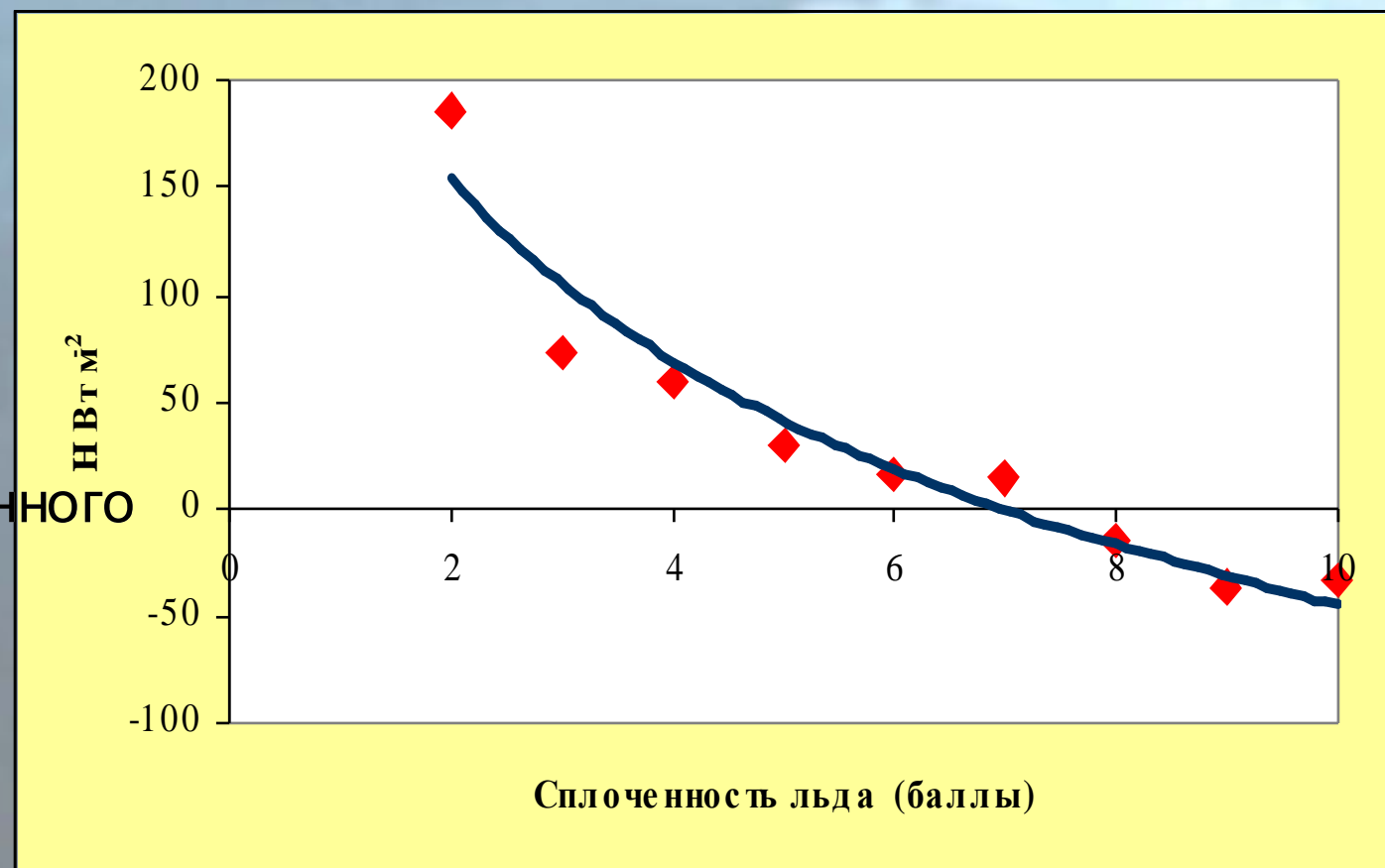


Полюньи

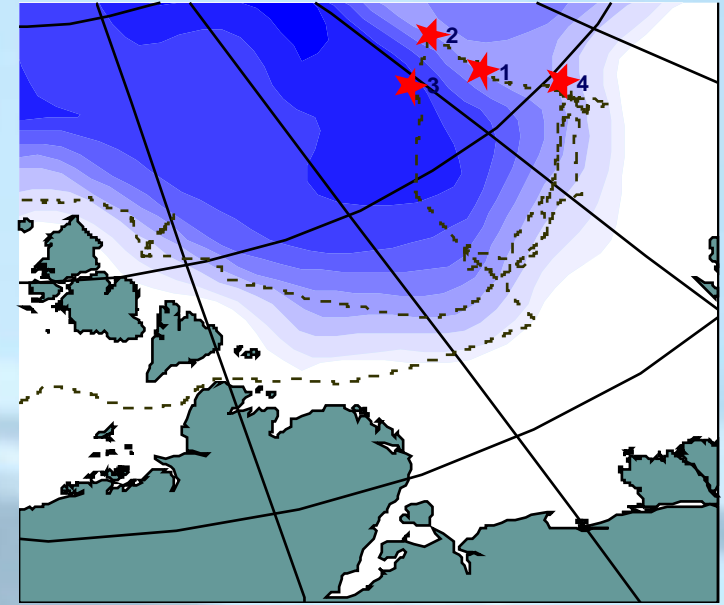
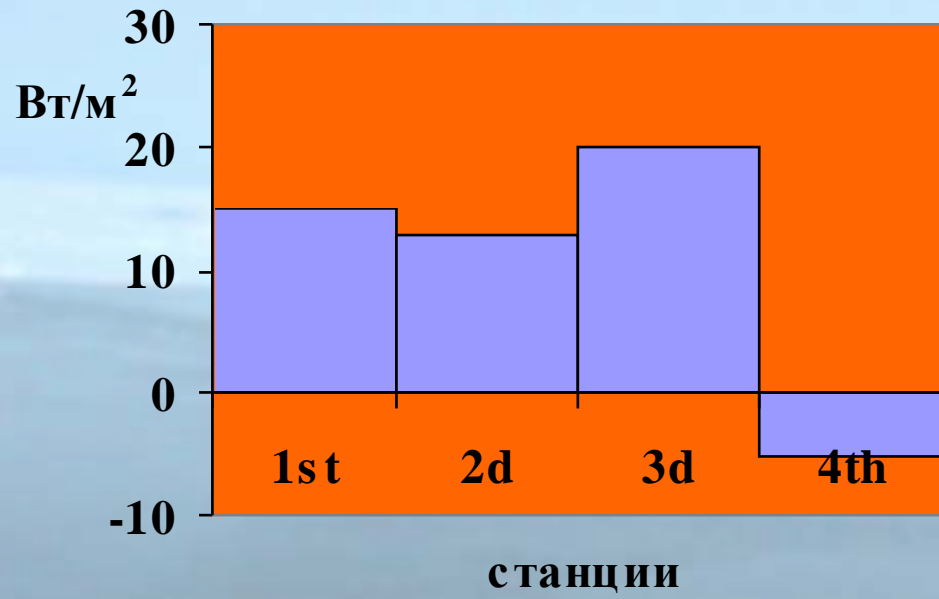




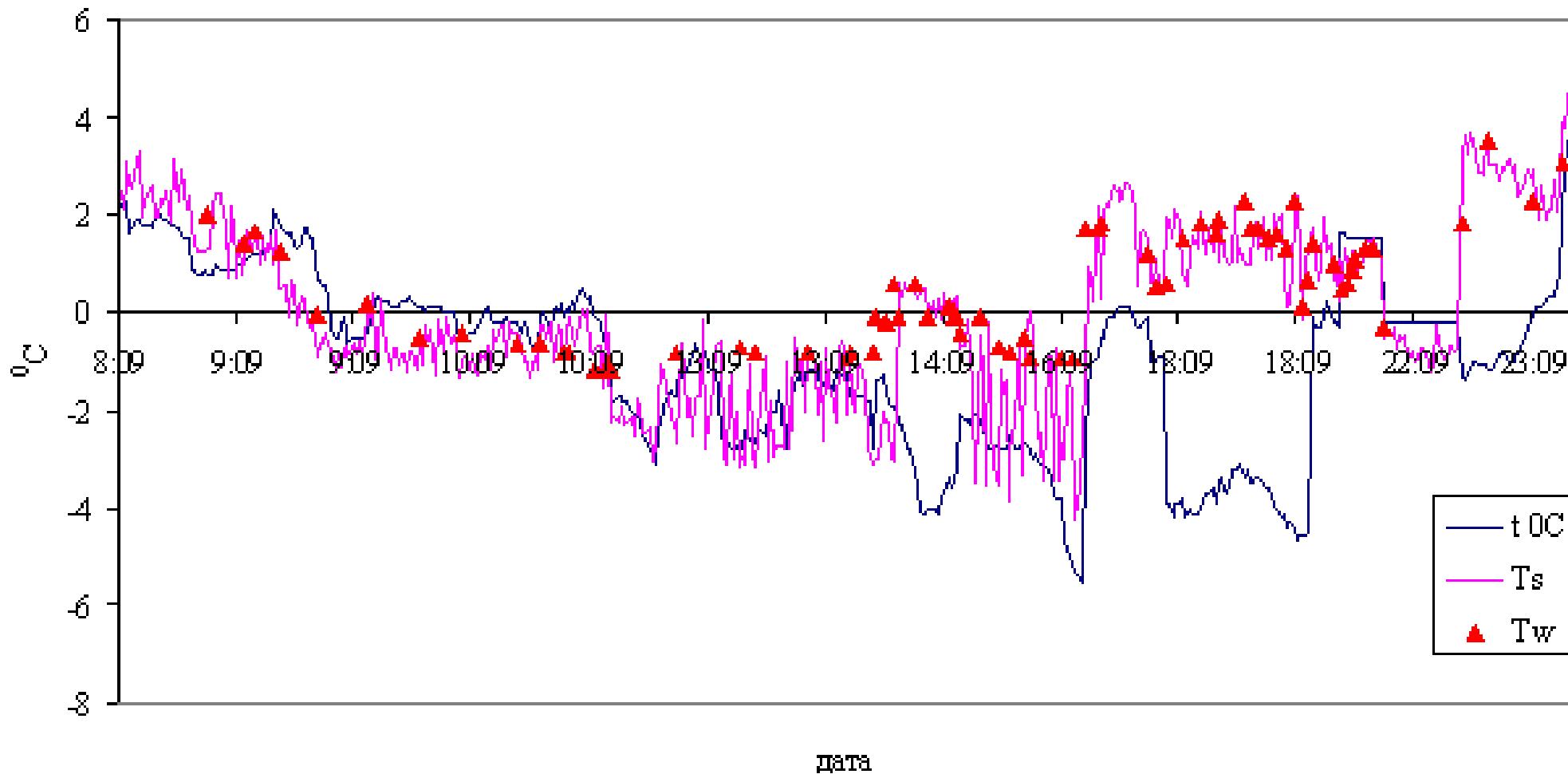
Зависимость измеренного потока тепла от сплоченности льда

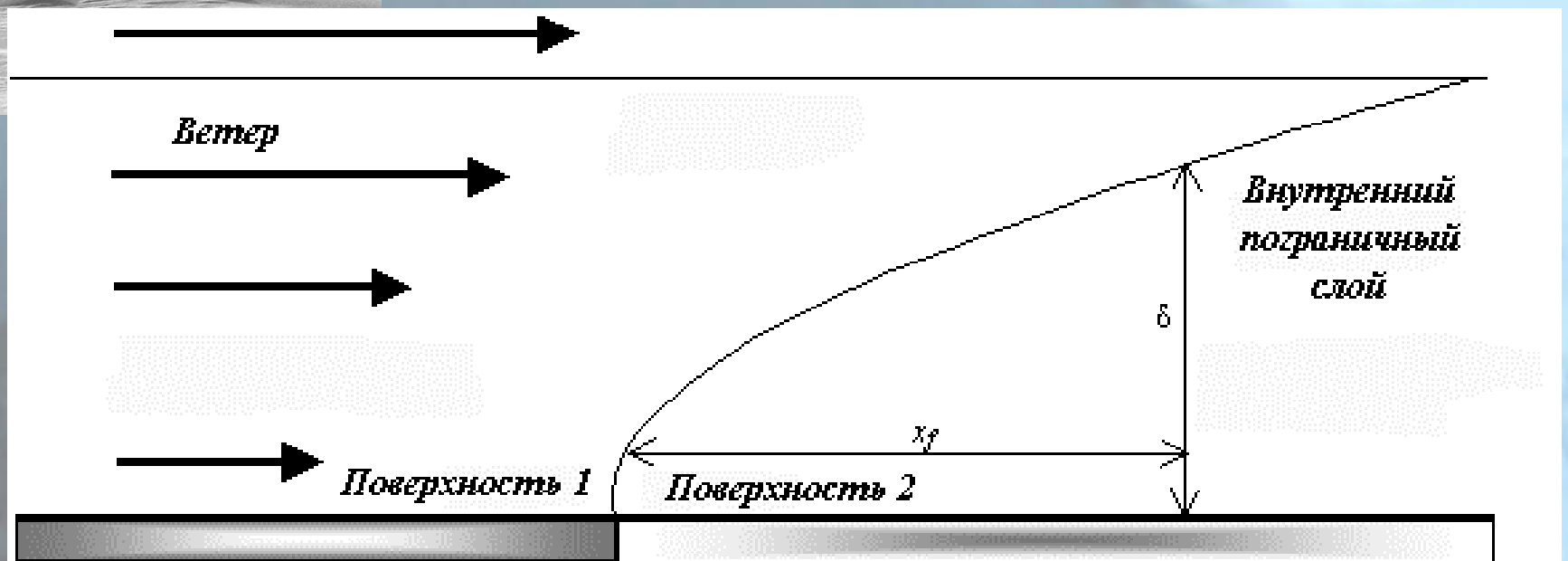
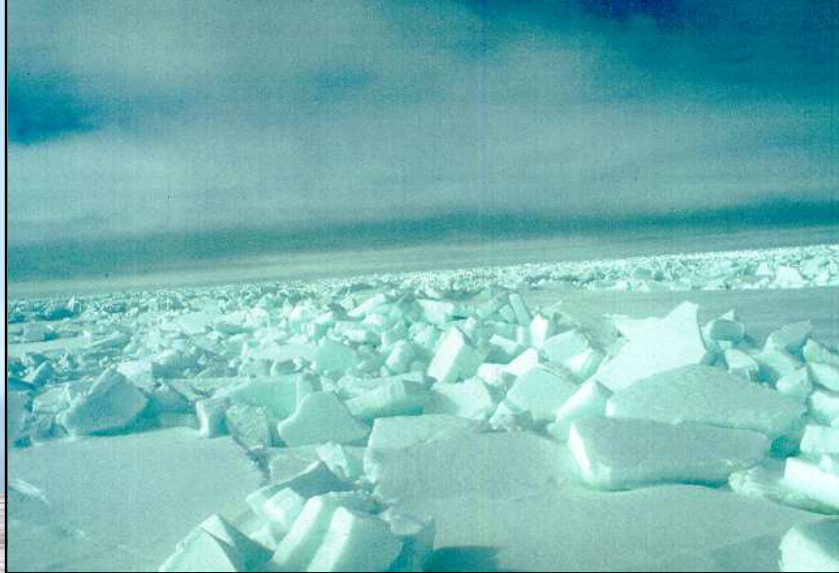
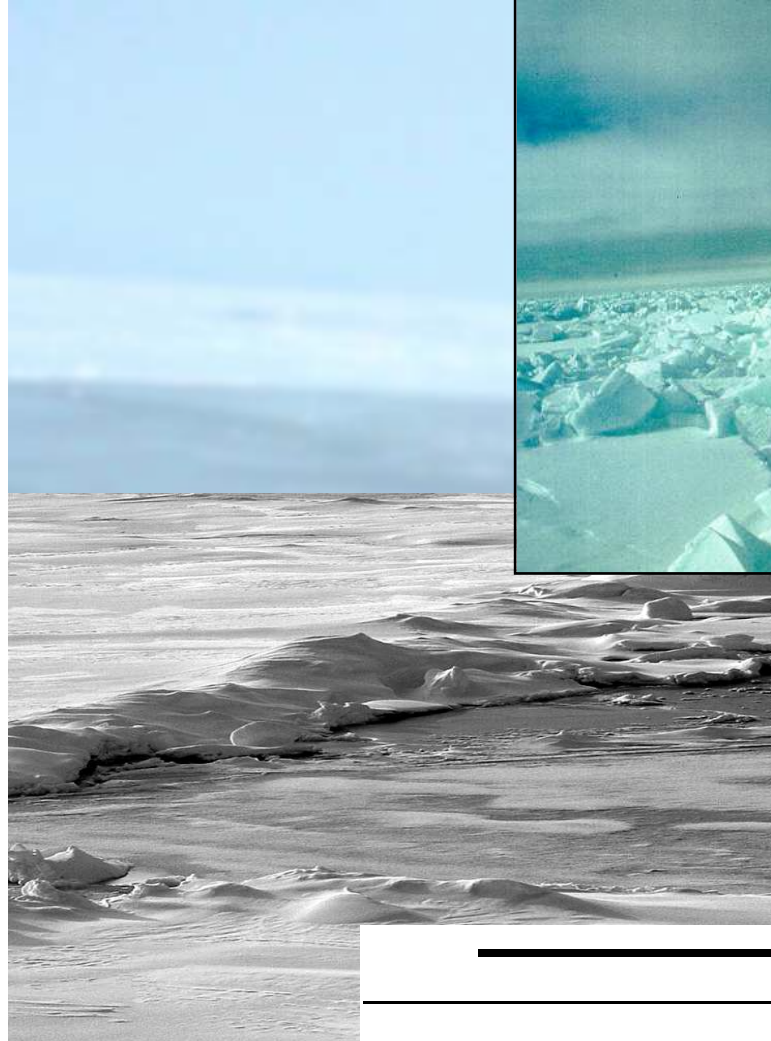


Измерения на ледовых станциях



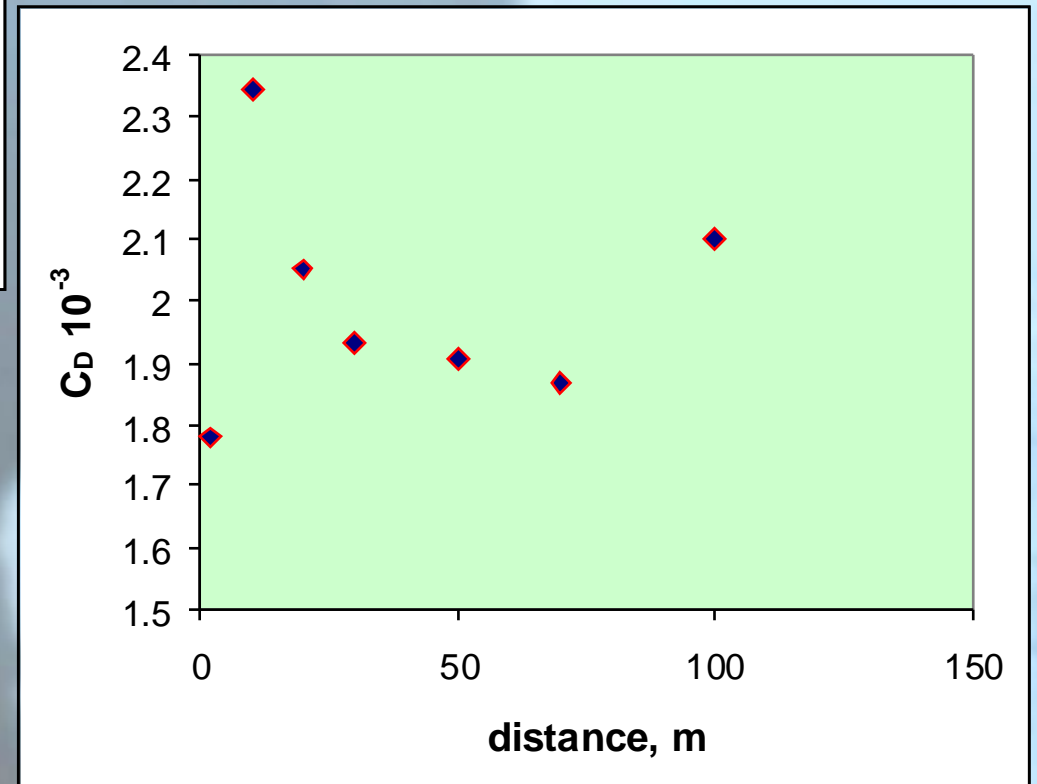
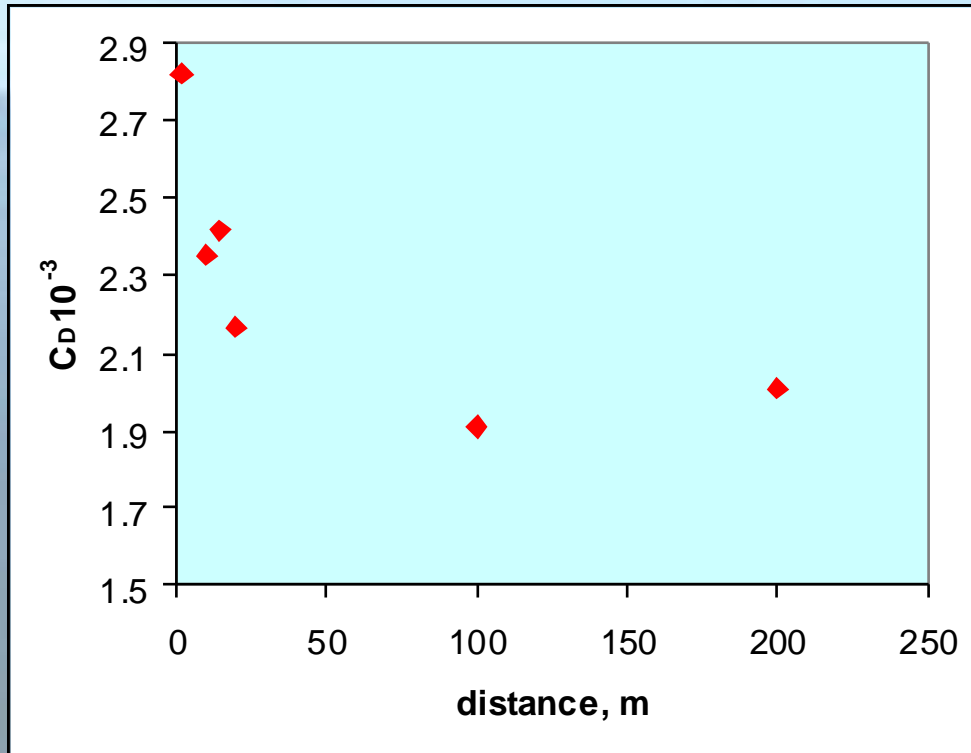
Температура поверхности: рассчитанная и из контактных измерений

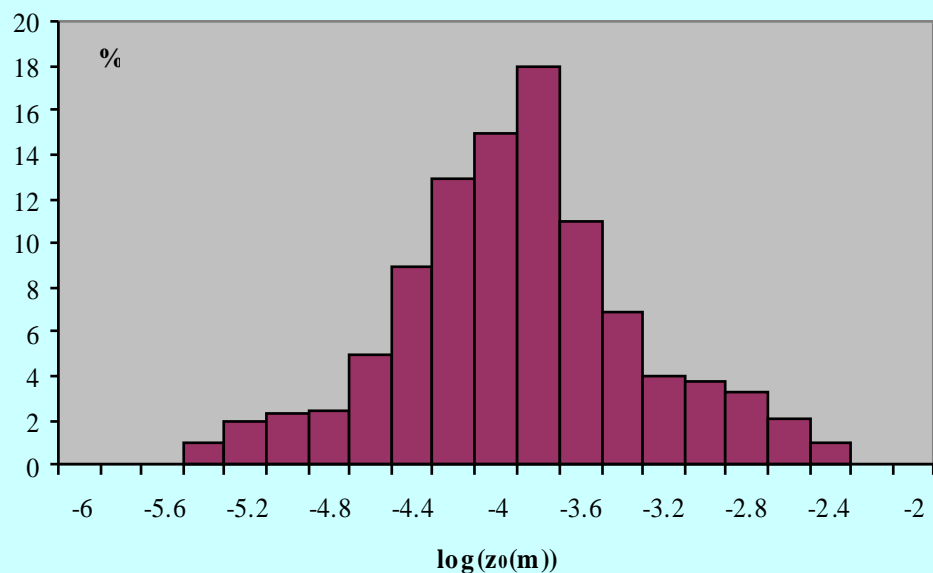




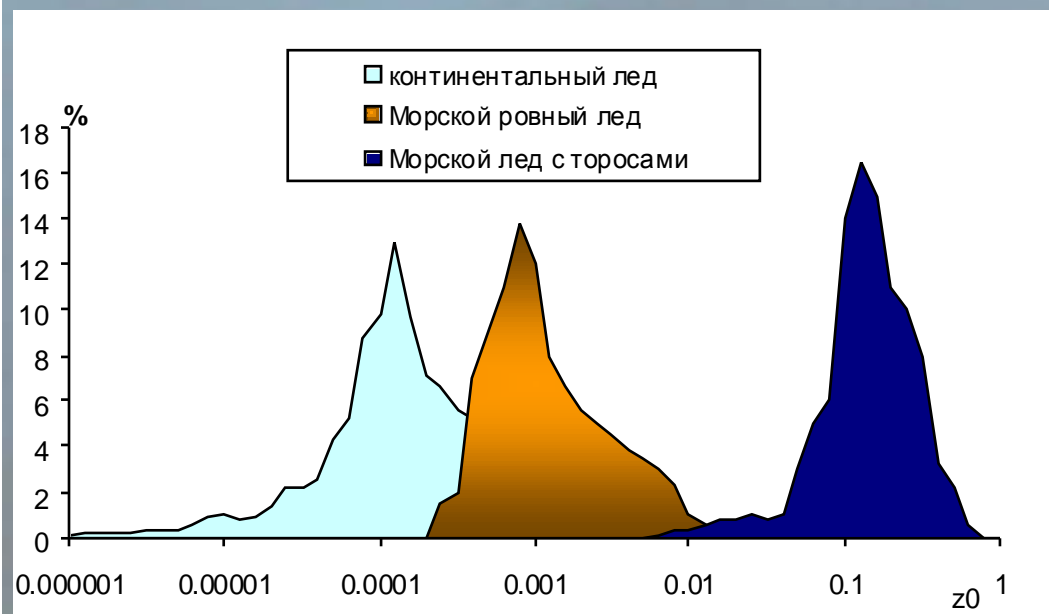
a) Направление ветра от торосов к ровной поверхности

b) Направление ветра от ровной поверхности к торосам





◆ Относительное распределение параметра шероховатости (z_0) над ровной заснеженной поверхностью.



Относительное распределение значений шероховатости поверхности разных типов

Выводы

1. Вертикальные турбулентные потоки в полярных районах существенно зависят от типа подстилающей поверхности;
2. Коэффициенты обмена, полученные из прямых измерений, не зависят прямо от каких-либо метеорологических параметров, а зависят от величин, которые невозможно легко измерить;
3. Для построения параметризаций необходимо проведение целенаправленных измерений над различными поверхностями, которые включают в себя профильные измерения, измерения в приземном слое, дистанционные измерения.



Спасибо за внимание!

