

Исследование температурной структуры приземного слоя атмосферы в Арктике в прикромочной зоне морского льда

Е.М. Хавина^(1,2), И.А. Репина^(2, 3),
Варенцов М. И.^(2, 4), Вазаева Н. В.^(2, 5).

(1) Московский физико-технический институт (государственный университет), Москва, Россия;

(2) Институт физики атмосферы им. А. М. Обухова РАН, Москва, Россия;

(3) Институт космических исследований РАН, Москва, Россия;

(4) Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия;

(5) МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва, Россия

План выступления

- Натурные наблюдения
- Численные эксперименты

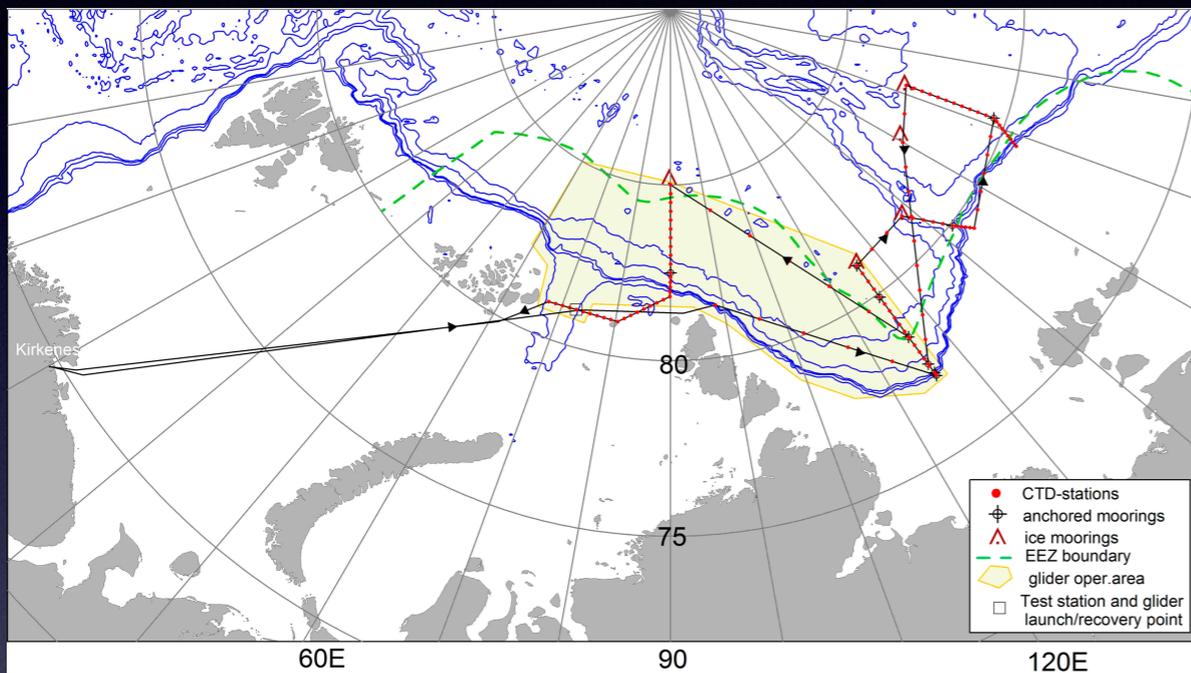
Предположения

- Приземный слой атмосферы является системой незамкнутой, через его верхнюю и нижнюю границы идет обмен энергией и веществом с вышележащей атмосферой и расположенной ниже поверхностью планеты (подстилающей поверхностью).
- В Северном Ледовитом океане наблюдается два типа подстилающей поверхности - морская вода и морской лед. Их физические характеристики значительно отличаются (соленость, теплопроводность и другие). Соответственно, в прикромочной зоне морского льда предположительно происходит резкое изменение режима и характера обмена энергией и веществом между поверхностью планеты и атмосферой.

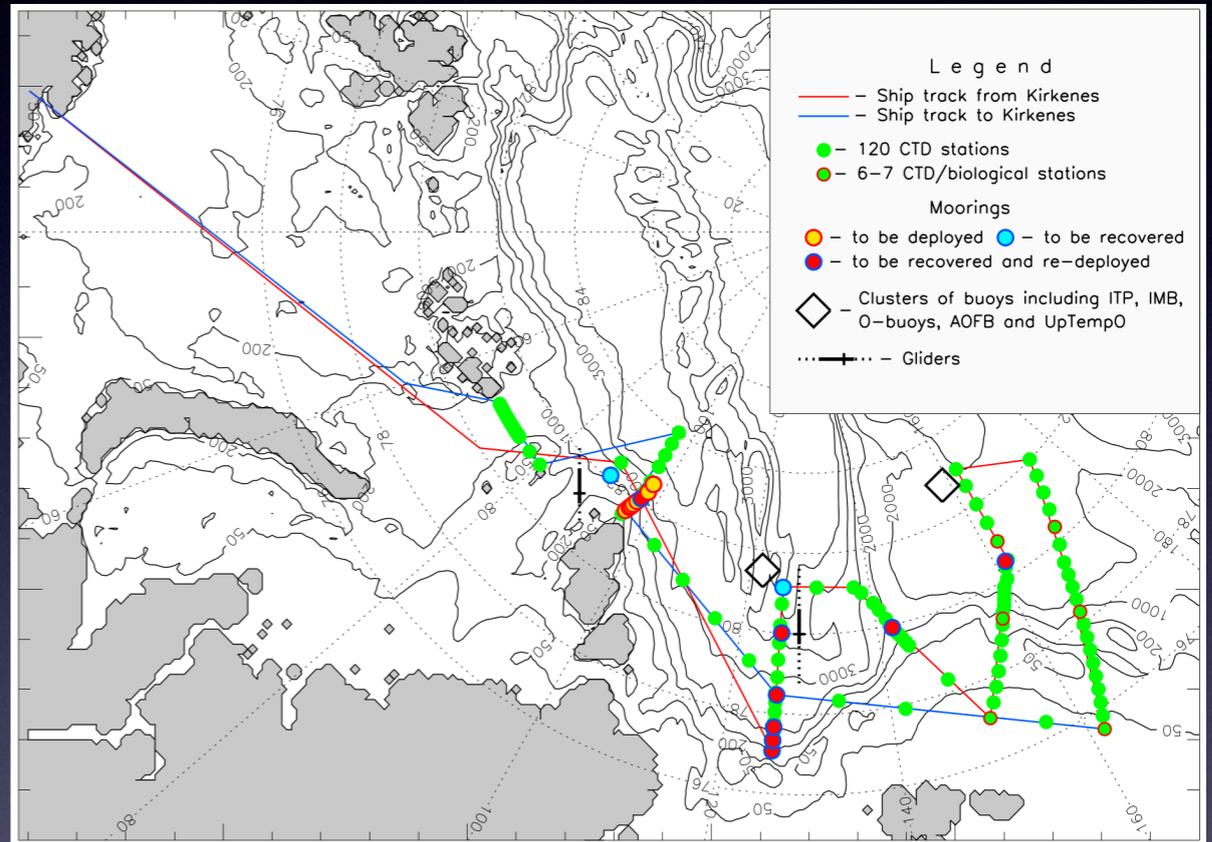
Натурные данные

- Натурные данные получены во время двух экспедиций цикла NABOS в августе — сентябре 2013 и 2015 годов.
- Измерения проводились с использованием Метеорологического Температурного Профилемера МТР-5 (АТТЕХ, Россия)

Маршруты экспедиций



- NABOS 2013
- 21 августа по 22 сентября 2013 г., «Академик Федоров»



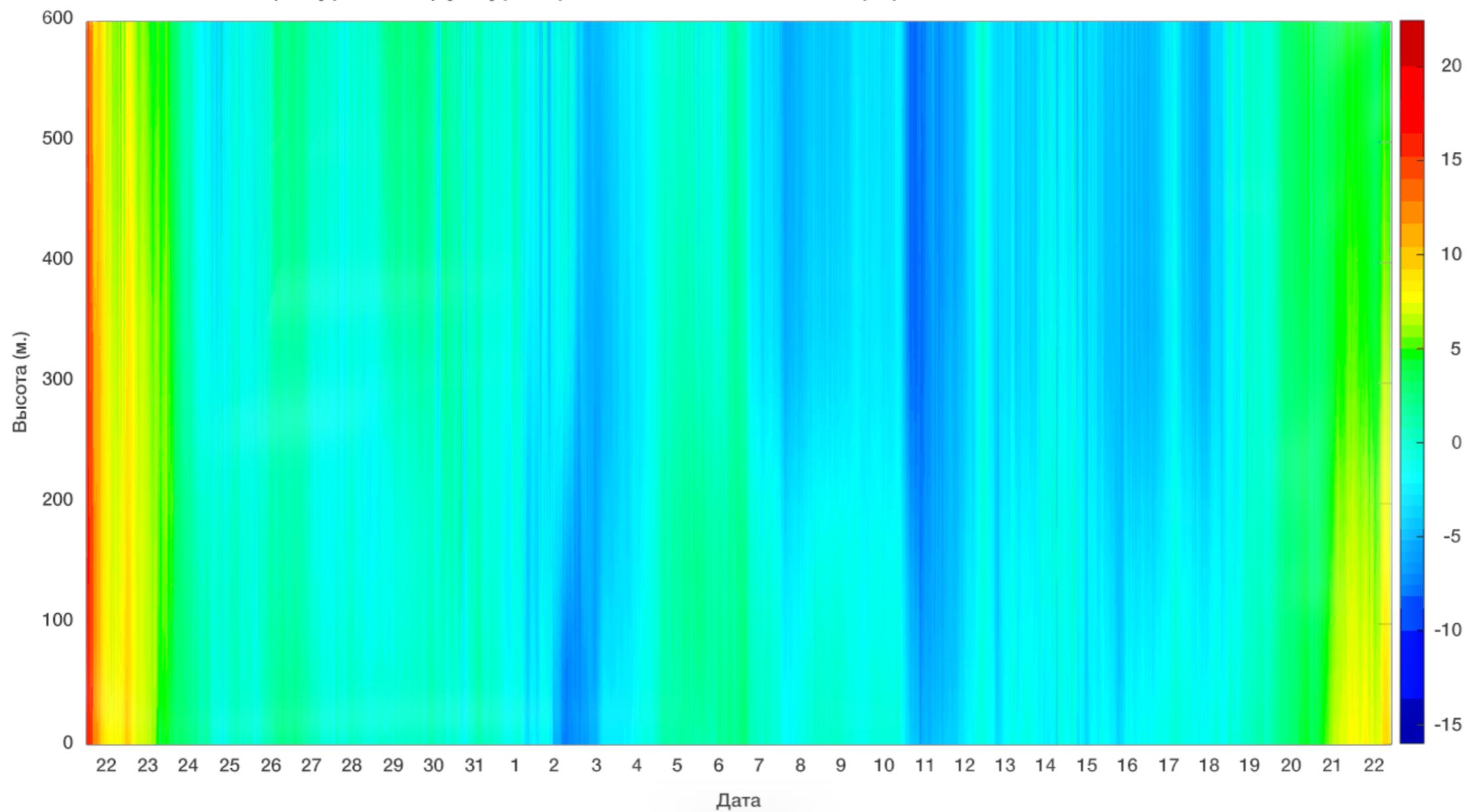
- NABOS 2015
- 23 августа по 30 сентября 2015 г., «Академик Трёшников»

МТР-5

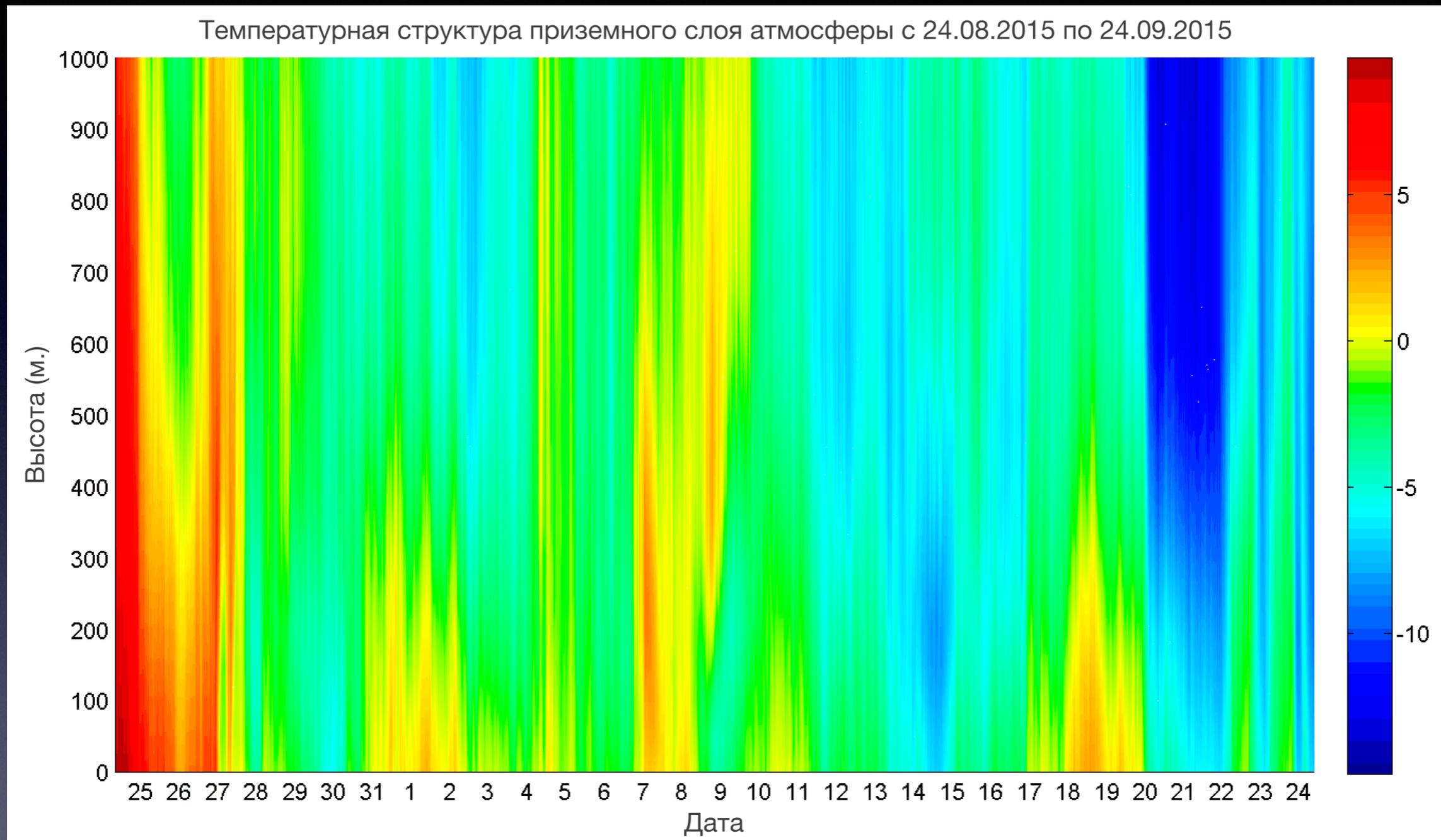
Метеорологический Температурный Профилемер МТР-5 представляет собой пассивный радиометр, позволяющий получить информацию о температурной структуре приземного слоя атмосферы с высотным разрешением 50 м., частотой измерений 1 раз в 5 минут. Рабочая частота прибора 56,6GHz.



Температурная структура приземного слоя атмосферы с 21.08.2013 по 22.09.2013

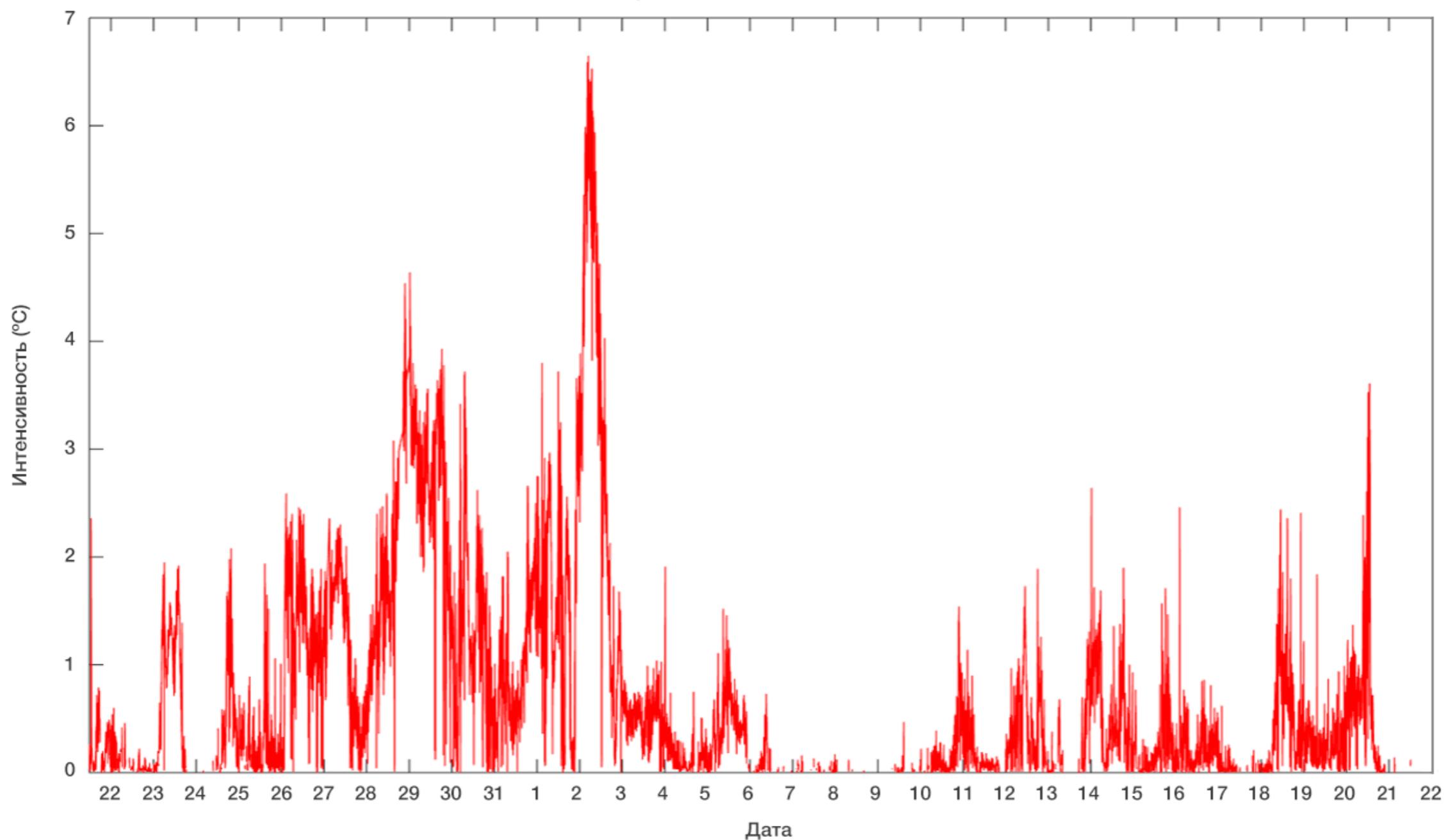


Температурная структура приземного слоя атмосферы по маршруту экспедиции NABOS-2013



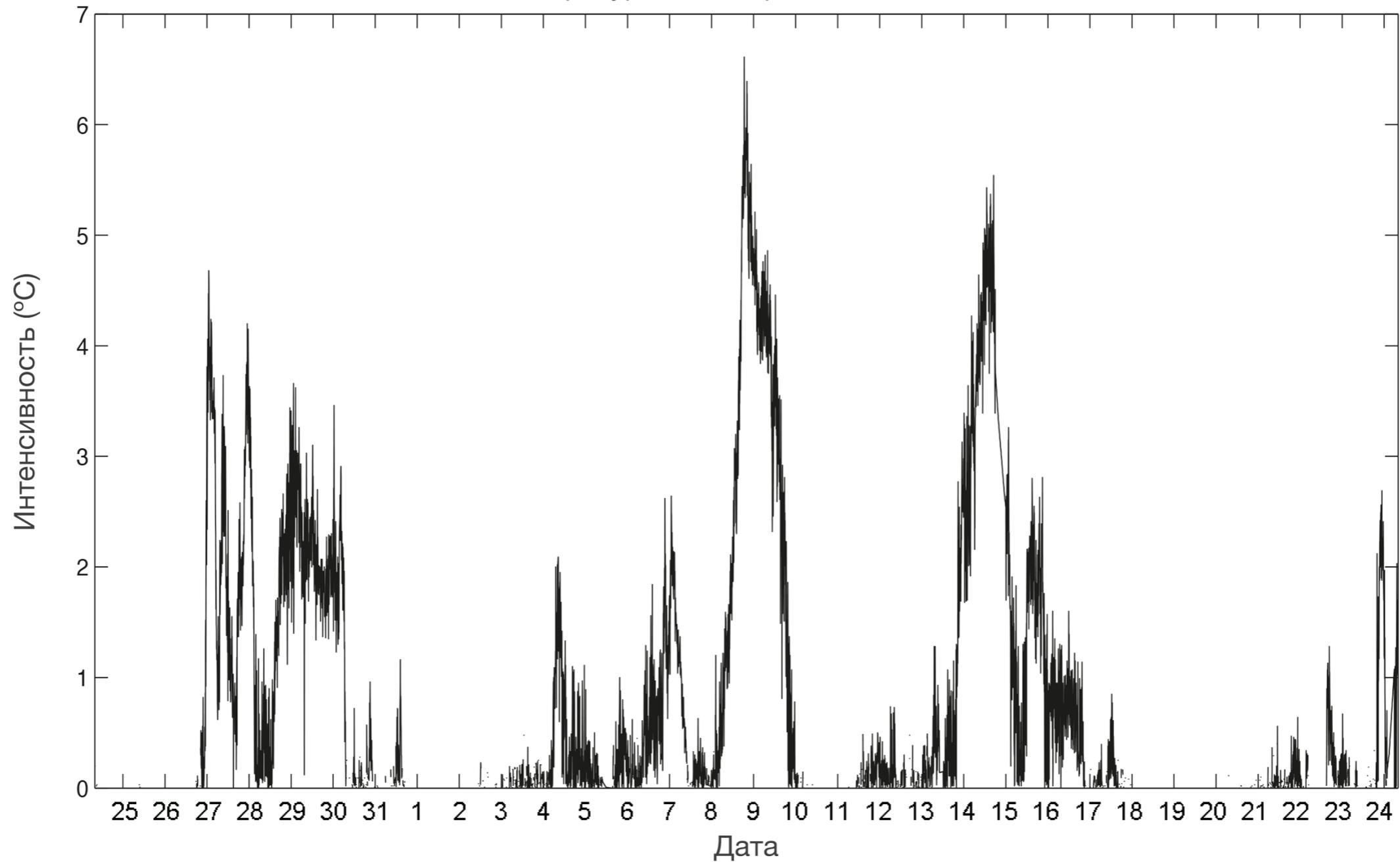
Температурная структура приземного слоя атмосферы по маршруту экспедиции NABOS-2015

Интенсивность температурных инверсий с 21.08.2013 по 22.09.2013

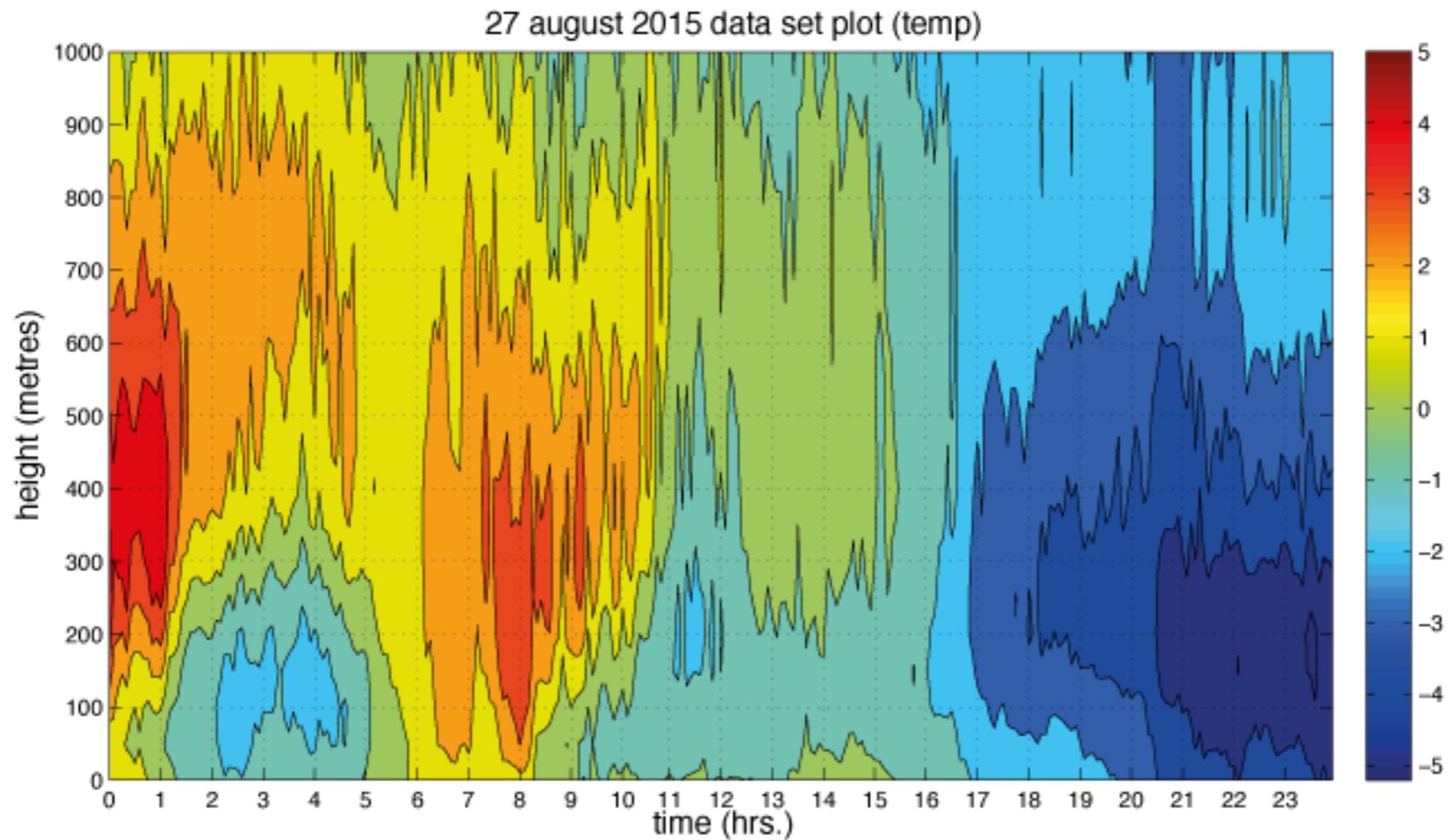


Интенсивность температурных инверсий в приземном слое атмосферы по маршруту экспедиции NABOS-2013

Интенсивность температурных инверсий с с 24.08.2015 по 24.09.2015

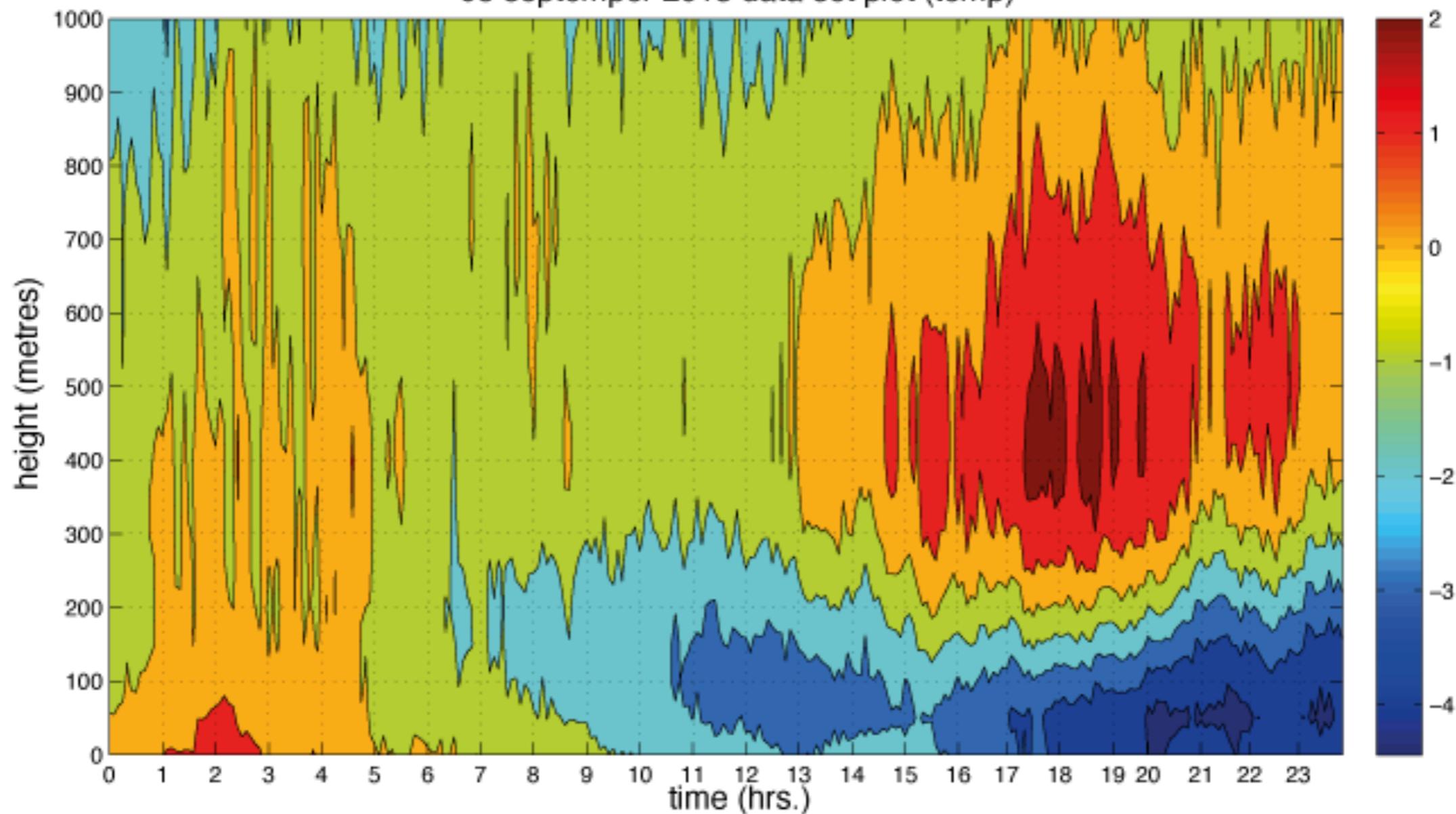


Интенсивность температурных инверсий в приземном слое атмосферы по маршруту экспедиции NABOS-2015



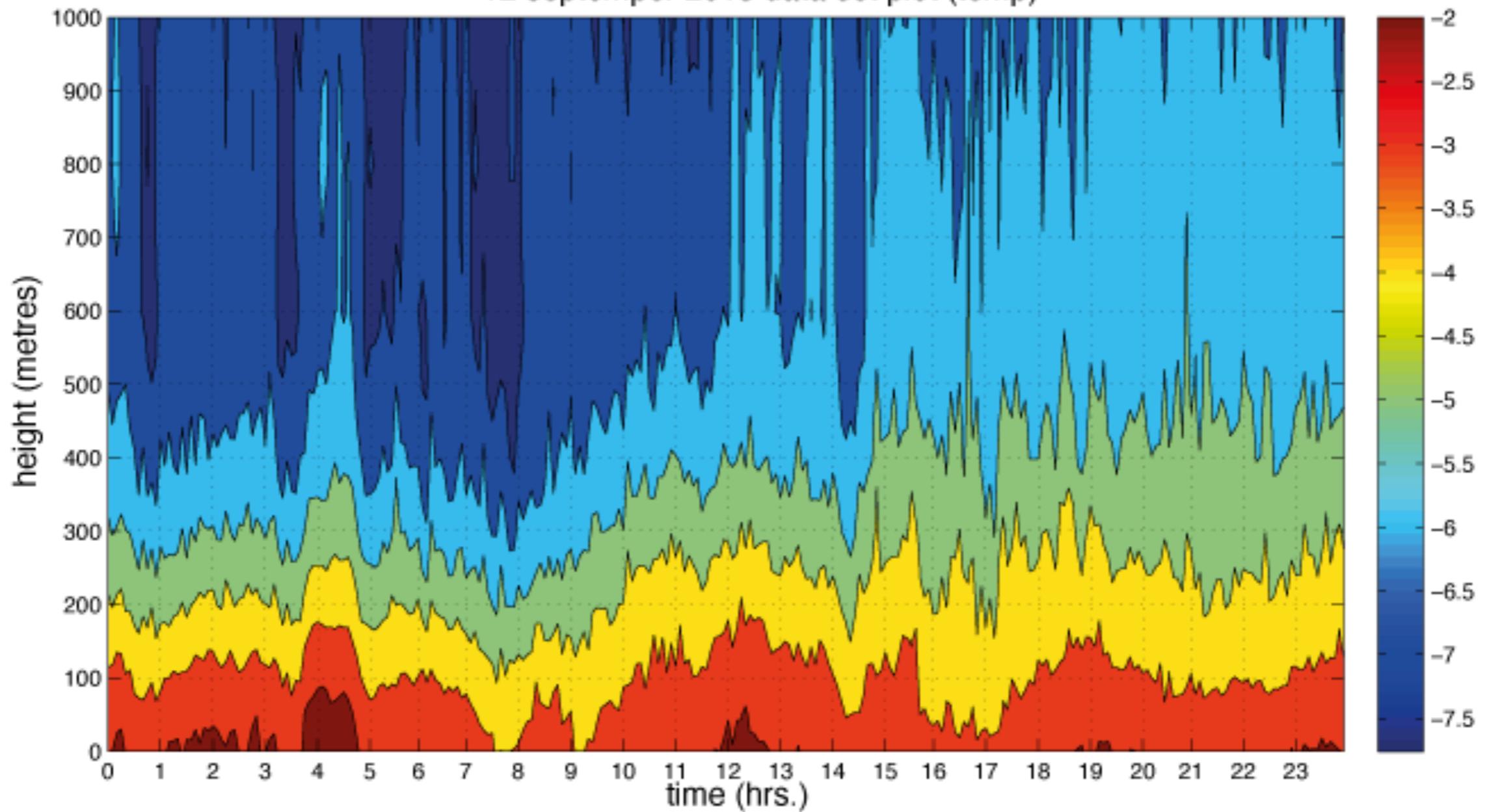
Случай пересечения кромок ледового поля 27.08.2015 – 30.08.2015
кромка открытая вода - лед (27.08.2015, 16:23 82°N 94°E)

08 september 2015 data set plot (temp)



Случай пересечения кромок ледового поля 08.09.2015 – 09.09.2015
кромка открытая вода - лед (08.09.2015, 20:33 81°N 148°E)

12 september 2015 data set plot (temp)



Случай пересечения кромок ледового поля 12.09.2015 – 15.09.2015
кромка открытая вода - лед (12.09.2015, 07:30 79°N 169°E)

Зафиксированные изменения температурной структуры

- При пересечении кромки ледового поля наблюдается изменение температуры воздуха на всех высотах измерения на 2-5°C.
- Выхолаживание атмосферы начинается со слоев, непосредственно соприкасающихся с подстилающей поверхностью и далее распространяется в верхние слои.
- Описание выше изменение температурной структуры не наблюдается в случае, если температура воздуха в момент пересечения кромки значительно ниже температуры замерзания морской воды (случай 12.09.2015, 15.09.2015).

Численный эксперимент

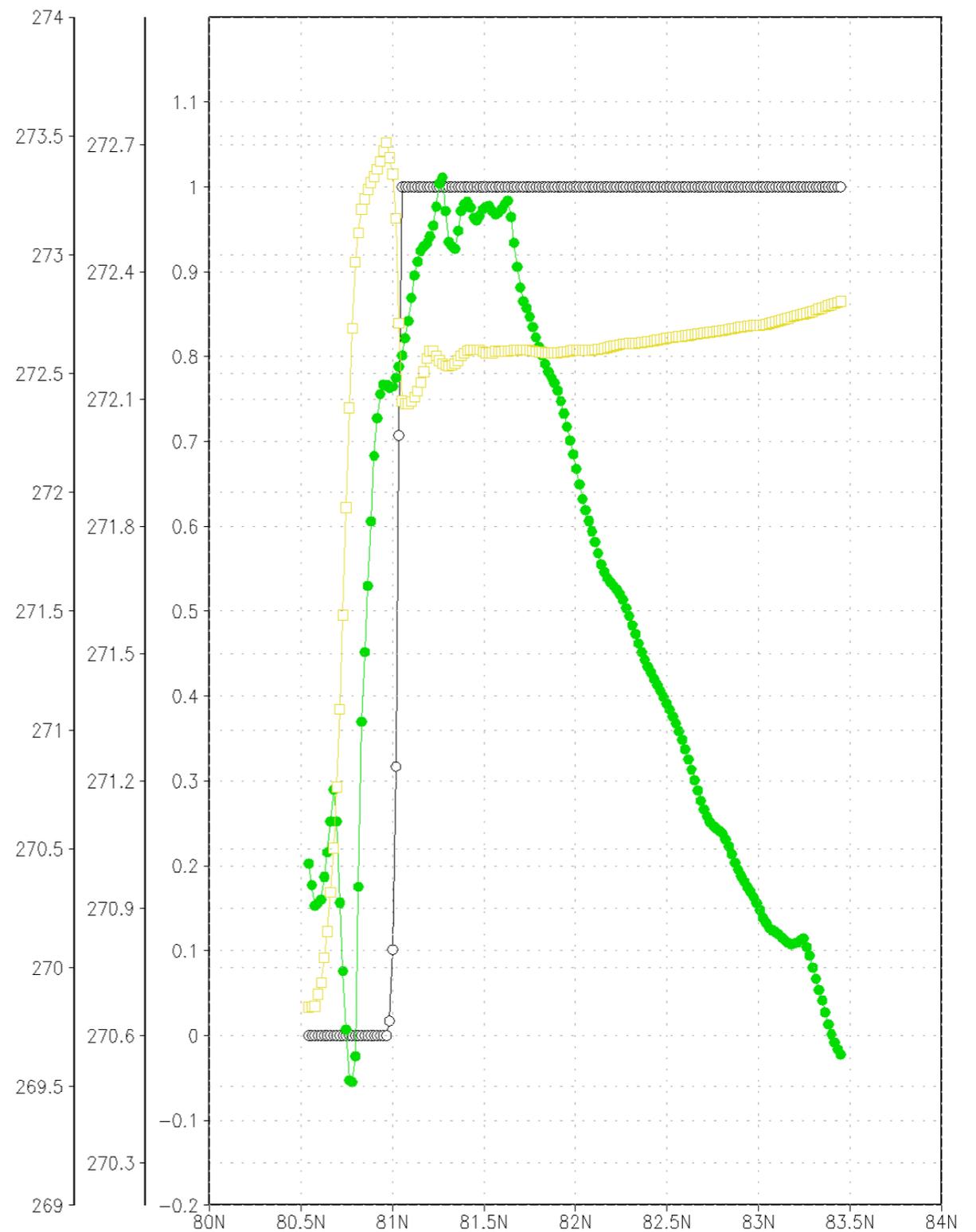
- Использовались две мезомасштабные модели: WRF-ARW и COSMO-CLM.
- В качестве входных данных использовались данные реанализов NCEP (для моделей WRF и COSMO) и ERA-Interim (для COSMO).

WRF-ARW

- WRF-ARW (The Weather Research and Forecasting, разработанная National Center for Atmospheric Research, National Oceanic and Atmospheric Administration и др., www.wrf-model.org).
- Реанализ NCEP FNL Operational Model Global Tropospheric Analyses
- Параметры сеток:
Внешняя: 120x100, шаг 12000 м
Внутренняя: 97x82, шаг 4000 м
Центры сеток совпадают, начало расчета 20.08.2015.
Уровней по вертикали: 35.

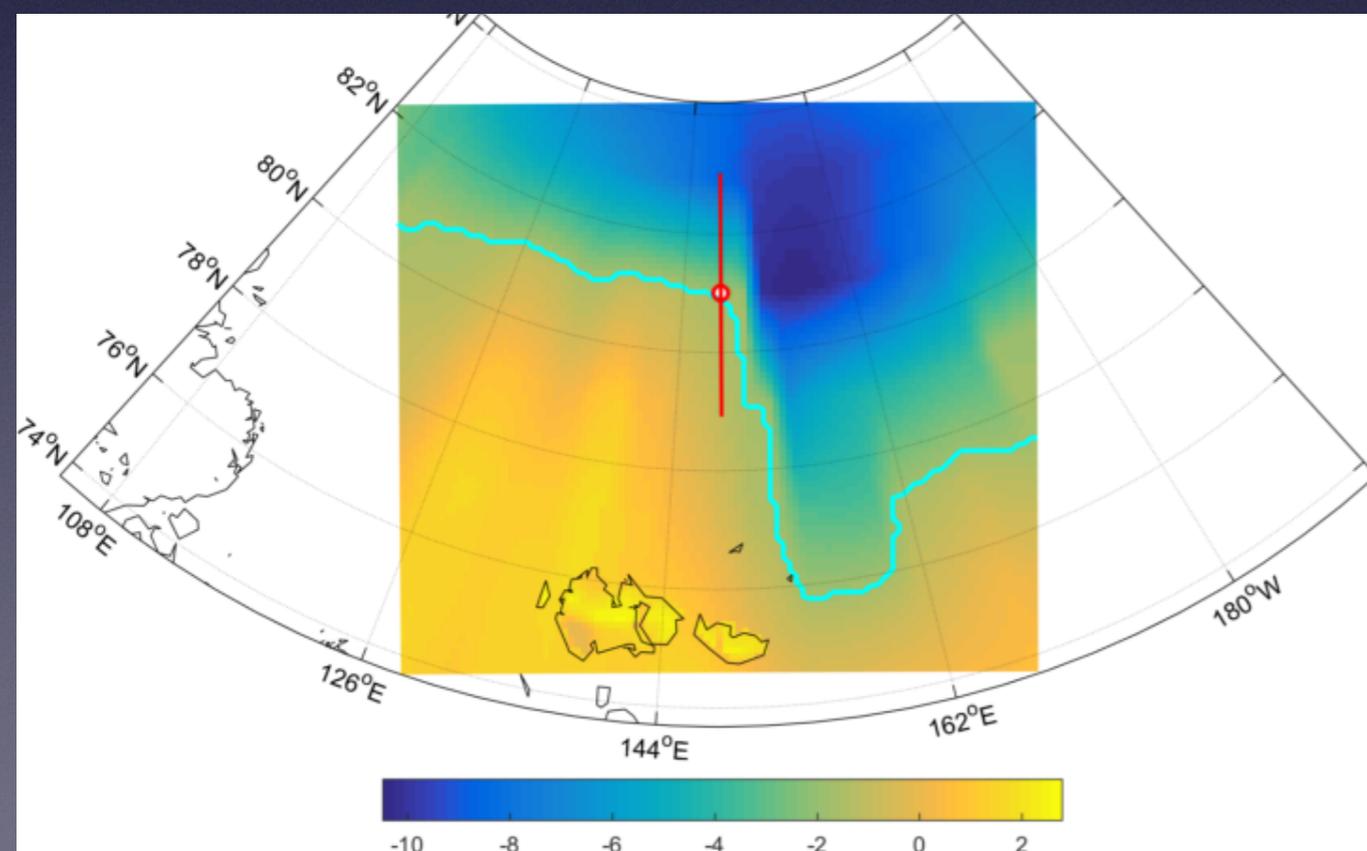
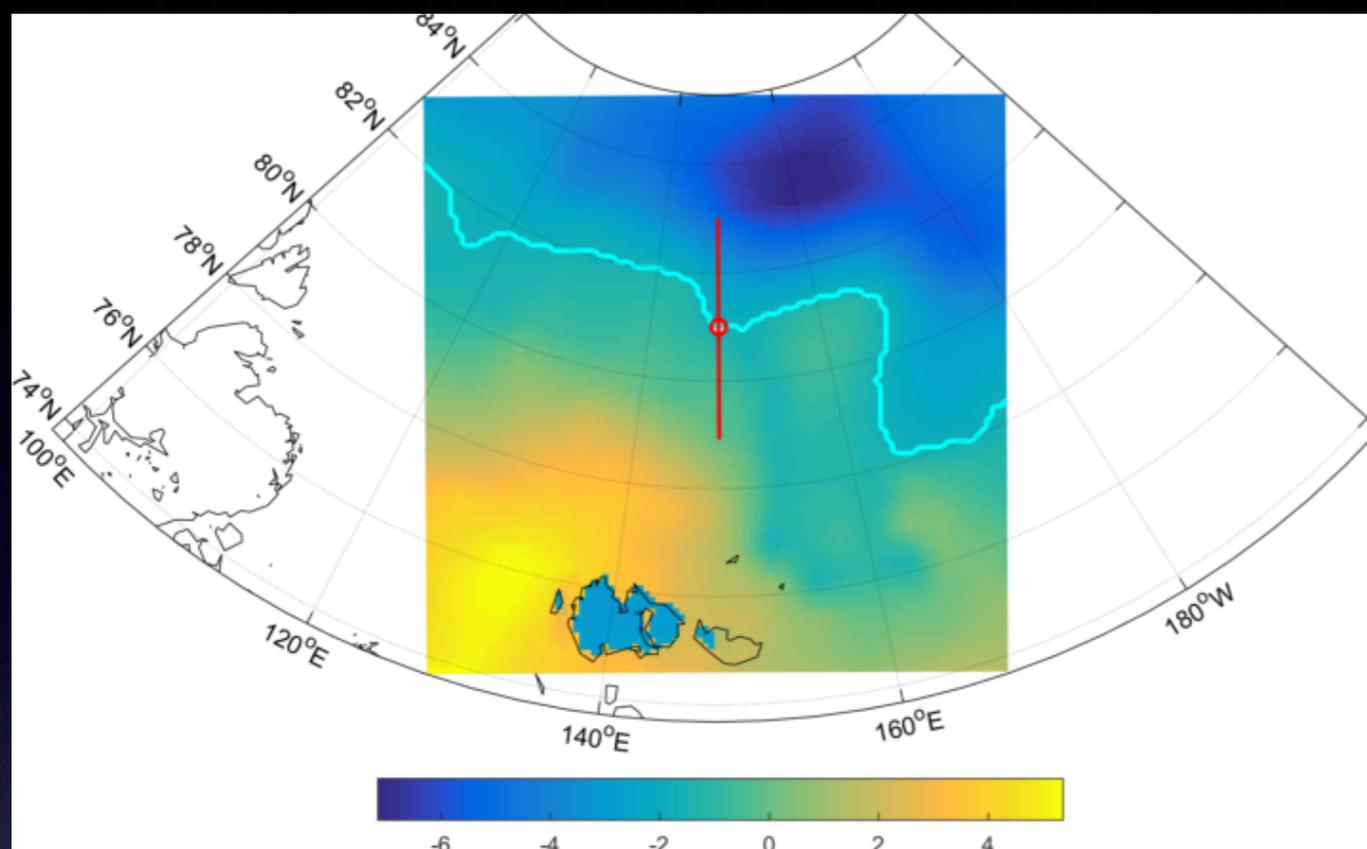
Результаты расчетов

- Случай 27 августа 2015 г.
Разрез юг - север, 94E
Точка пересечения кромки 82°N 94°E
- Координаты точки пересечения
- Белые маркеры - морской лед (флаг наличия, внутренняя ось)
- Желтые маркеры - температура поверхности (внешняя ось)
- Зеленые маркеры - температура воздуха уровень $z=0$



COSMO-CLM

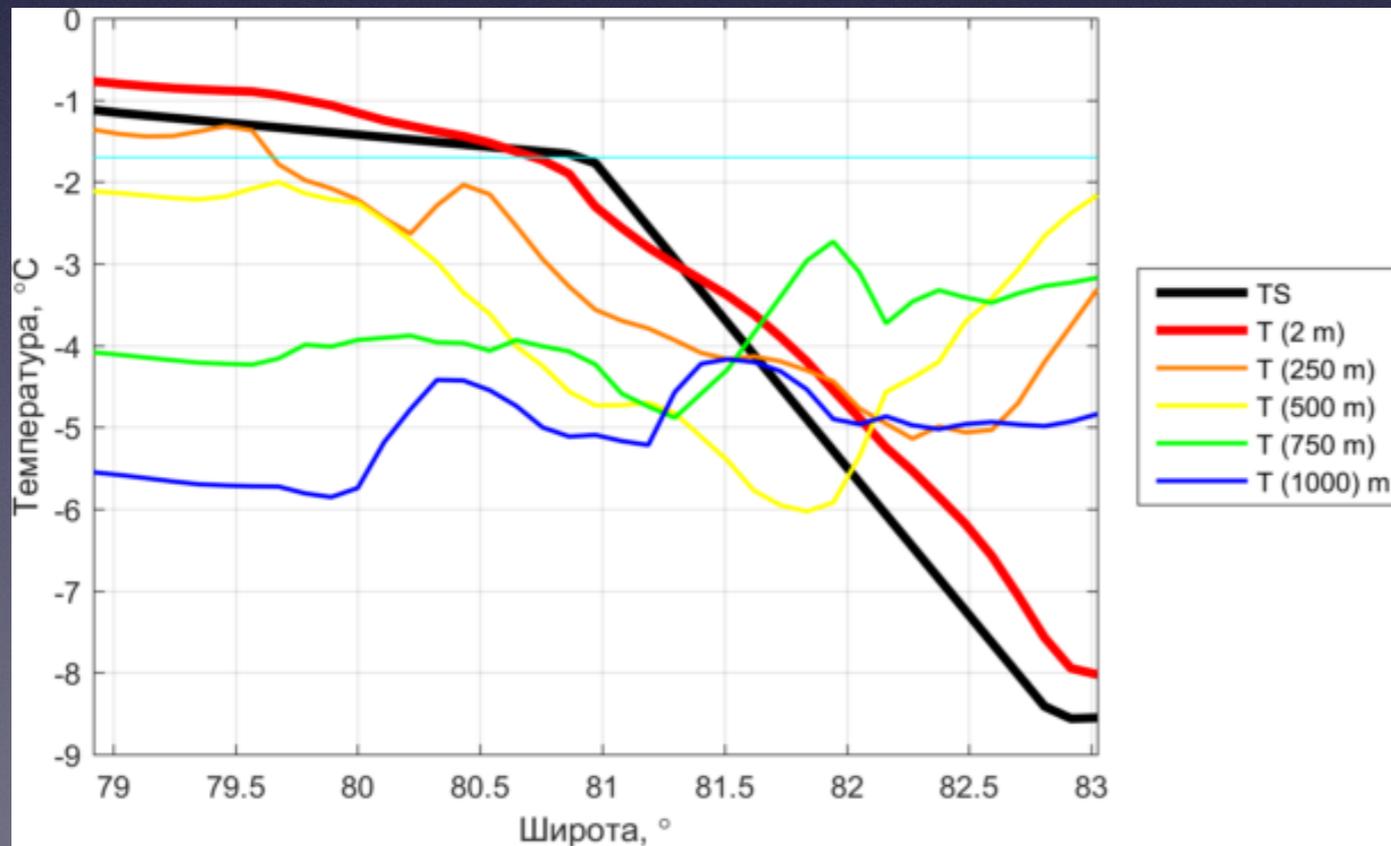
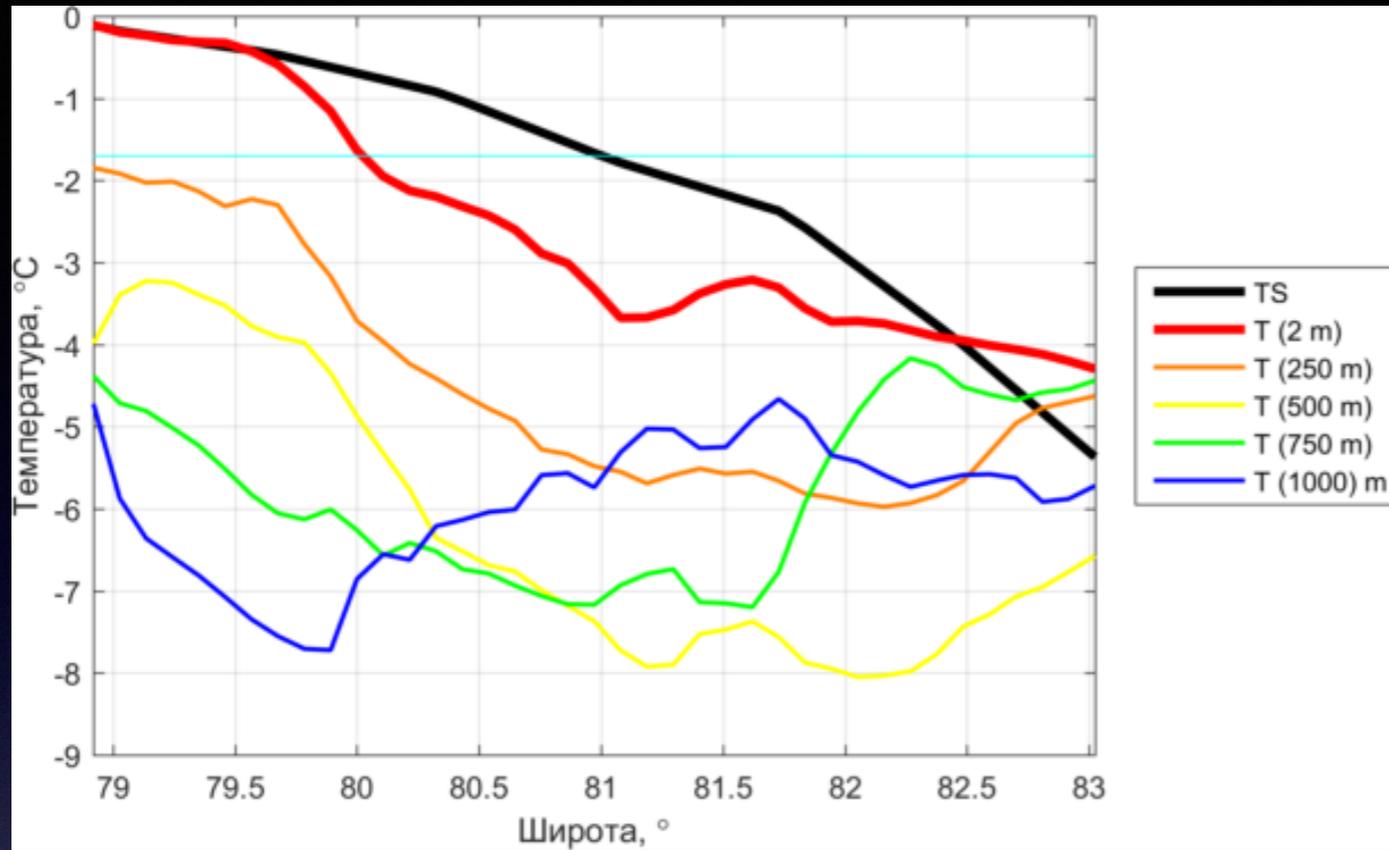
- COSMO-CLM (The Consortium for Small-scale Modeling for Climate Limited-Area Modeling, www.cosmo-model.org).
- Расчеты с усвоением двух реанализов: ERA-Interim и NCEP.
- Параметры сеток:
100x100 (в случае NCEP - 100x90), шаг 11000 м
Количество уровней: 50
Центр области расчетов:
Начало расчета: за 10 дней до интересующей даты.



8 сентября 2015 г.

- Расчеты с усвоением данных реанализов ERA-Interim (сверху) и NCEP (снизу).
- Красным обозначен разрез, голубым линия кромки, согласно реанализу, на линии разреза отмечена точка пересечения кромки, согласно натурным наблюдениям ($81^{\circ}\text{N } 148^{\circ}\text{E}$).

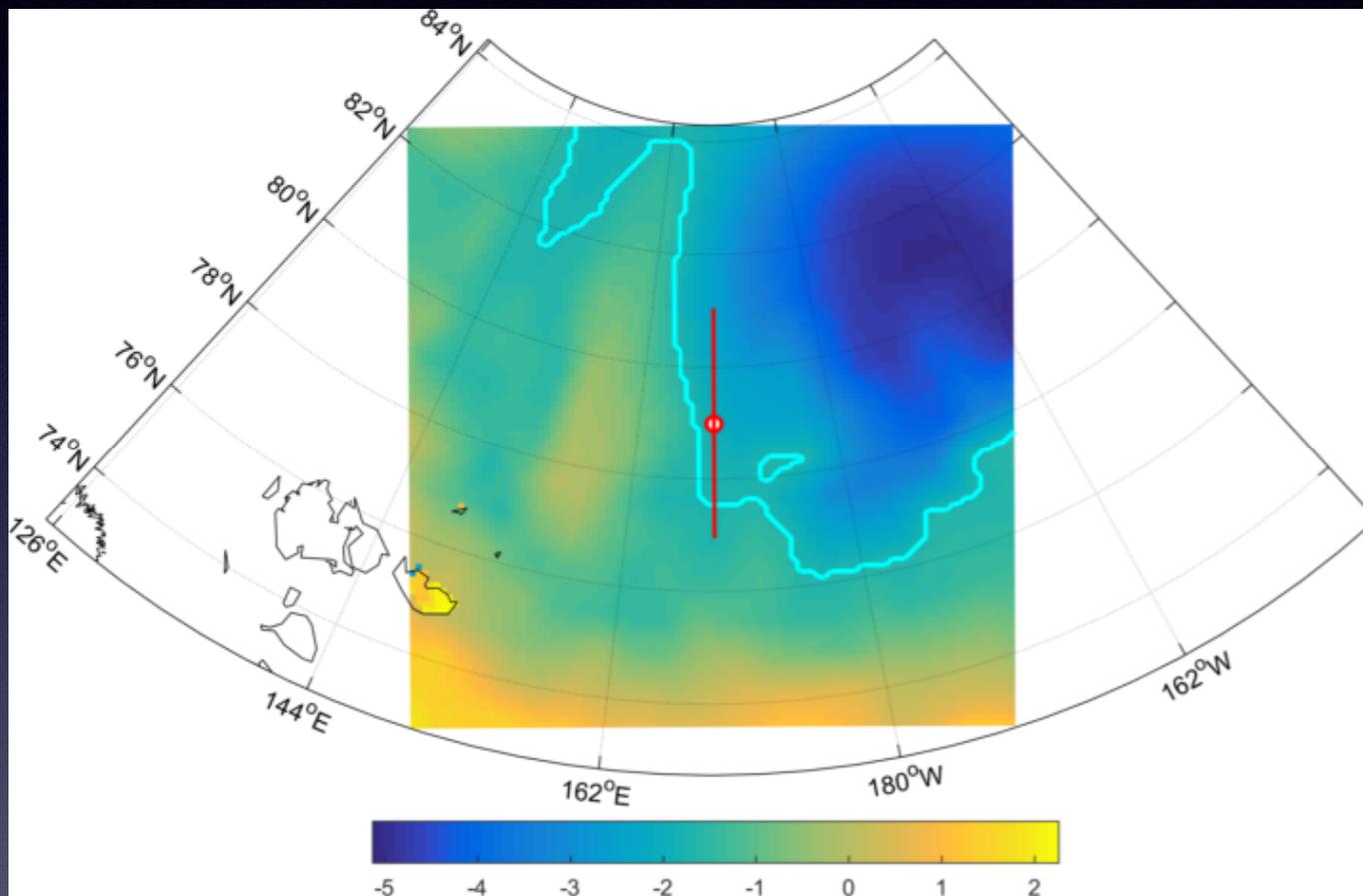
8 сентября 2015 г.



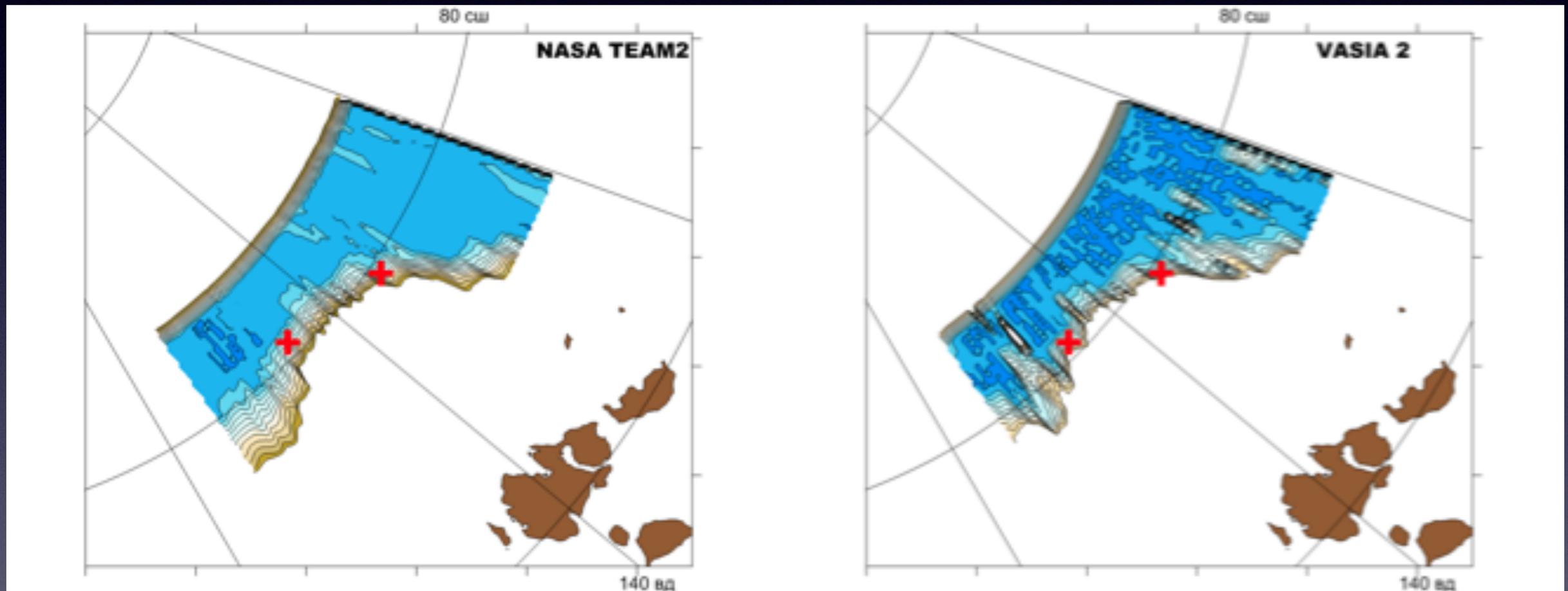
- Расчеты с усвоением данных реанализов ERA_Interim (сверху) и NCEP (снизу).
- Разрез юг - север, через точку пересечения кромки.
- Координаты пересечения кромки, согласно натурным наблюдениям (81°N 148°E).
- Черным — температура поверхности, красным — приземная температура.

12 сентября 2015 г.

- Расчеты с усвоением данных реанализов ERA-Interim.
- Красным обозначен разрез, голубым линия кромки, согласно реанализу, на линии разреза отмечена точка пересечения кромки, согласно натурным наблюдениям (81°N 148°E).



Сравнение данных о положении кромки



Данные о положении кромки морского льда согласно алгоритмам обработки спутниковых данных NASA TEAM 2 и VASIA 2. Отличие составляет более 1° (100 км.). 02.09.2015 г.

Выводы и гипотезы

- Температурная структура приземного слоя атмосферы чувствительна к изменению подстилающей поверхности. В случаях, когда температура воздуха ниже температуры замерзания морской воды, а так же в районах активного ледообразования, изменение температурной структуры атмосферы при пересечении кромки морского льда менее заметно.
- Качественно мезомасштабные модели атмосферы воспроизводят изменение температурной структуры атмосферы в прикромочных зонах.
- Расхождения данных реанализов о положении кромки морского льда с результатами натурных наблюдений могут приводить к неточностям в воспроизведении температурной структуры атмосферы с использованием моделей.

Спасибо за внимание