



ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»
Лаборатория моделирования атмосферы (ЛМСВА/ЛИМА) РГГМУ



«ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ АЭРОЗОЛЕЙ НА ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОГОДЫ В АРКТИЧЕСКОМ РЕГИОНЕ НА ПРИМЕРЕ МОДЕЛИ ENVIRO-HIRLAM»

Башкиров Лев Николаевич

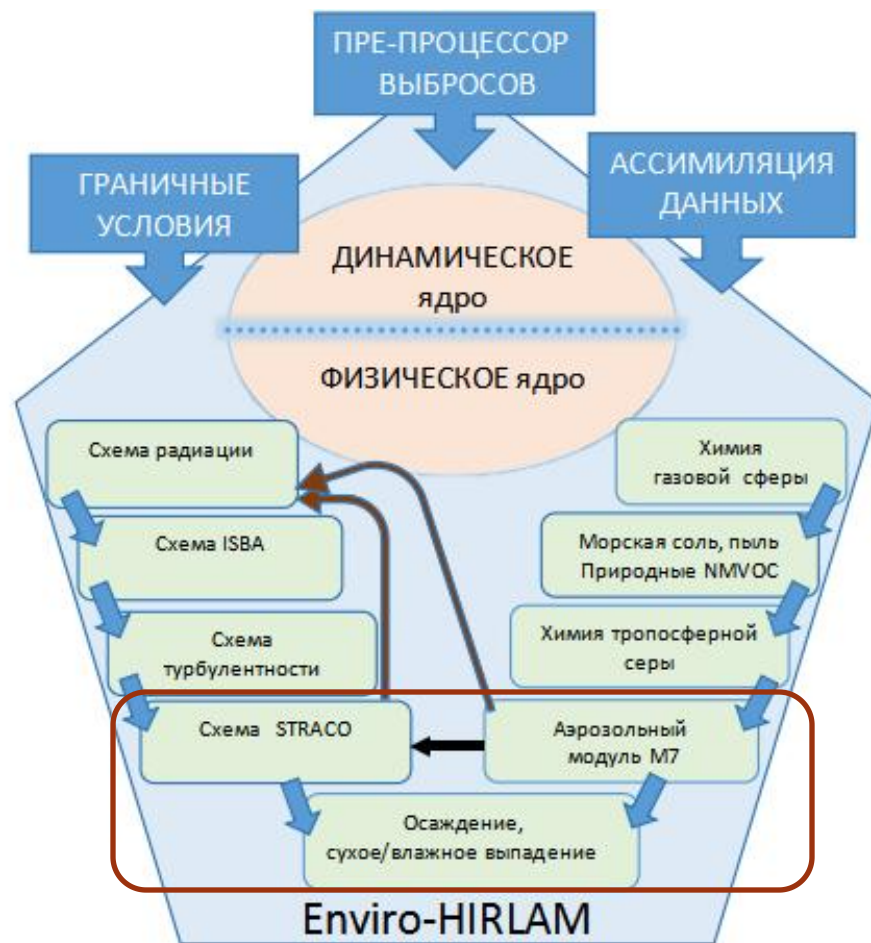
Санкт - Петербург
2025 год

ЭФФЕКТЫ ВЛИЯНИЯ АЭРОЗОЛЕЙ:

- **«прямой эффект»** — поглощение и рассеивание солнечной радиации, при этом сульфатные аэрозоли рассеивают коротковолновое излучение, а «сажевые» аэрозоли хорошо поглощают излучения различных длин волн. Для длинноволновой радиации эффект нагрева наблюдается и при процессе рассеивания и при процессе поглощения, так как оба процесса уменьшают прозрачность атмосферы для земной радиации;
- **«первый косвенный эффект»** — эффект облачного альбедо или эффектом Тумей. Аэрозоли являются ядрами конденсации и при увеличении их концентрации соответственно увеличивается число капель в облаке, однако водосодержание облака фиксировано, и, следовательно, при росте числа капель уменьшается их размер. Поэтому изменяется процент отражения солнечной радиации (альбедо), причём для плотных кучевых облаков с большой оптической плотностью, имеющие собственное высокое альбедо, при добавлении поглощающих аэрозолей (например, сажевых), возможно уменьшение отражательной способности, а для тонких стратосферных, имеющих относительно низкое собственное альбедо, дополнительные ядра конденсации могут увеличить эффект отражения;
- **«второй косвенный эффект»** — эффект времени жизни облака или эффект Альбрехта. При уменьшении среднего размера капель возрастает время жизни облака, увеличиваются его размеры и влагосодержание;
- **«полупрямой эффект»**, при котором учитывается термодинамическое воздействие аэрозолей на метеорологические параметры. При этом в большинстве случаев подавляется конвекция и процесс образования облаков, уменьшается их площадь и увеличивается поток солнечной радиации, достигающей поверхности земли. Считается, что полупрямой эффект противодействует прямому эффекту воздействия аэрозолей;
- в Арктическом регионе большое значение имеет эффект **понижения альбедо ледового и снежного покровов** при сухом и влажном осаждении аэрозолей.

До сих пор так и не определены количественные характеристики радиационных возмущений, возникающие от воздействия аэрозолей.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ МОДЕЛИ ENVIRO-HIRLAM



Блок-схема модели Enviro-HIRLAM.

ISBA – Interactions Soil-Biosphere-Atmosphere (взаимодействие земля-биосфера-атмосфера);

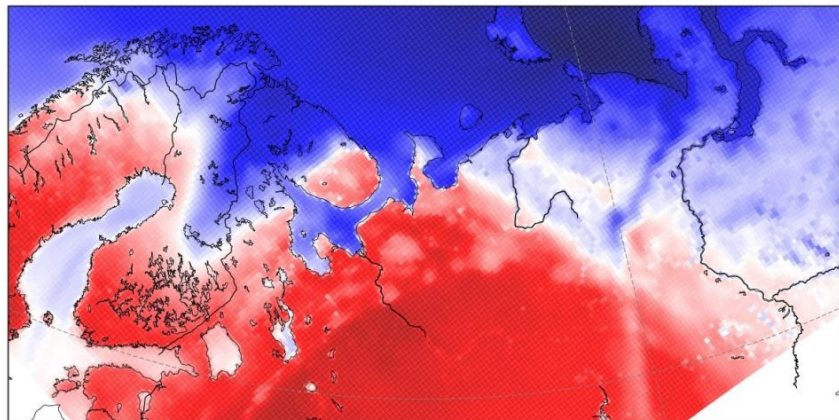
схема STRACO – Soft TRAnsition Condensation (постепенный переход между конвективной и слоистообразной облачностью);

модуль NMVOC – Non - methane volatile organic compounds (летучие неметановые органические соединения)

- Enviro-HIRLAM состоит из двух ядер: Динамического и Физического и нескольких модулей.
- Особую группу создают модули образования, динамики и выпадения аэрозолей, которые имитируют поведение аэрозолей в атмосфере.
- При исследовательских работах возможен выбор системных приложений.
- Для достижения целей данной работы было проведено 8 численных экспериментов за январь, апрель, июль, октябрь 2010 г., с включённым блоком модулей учёта аэрозолей и без него.
- Для исследования рассматривались:
 - - приземная температура воздуха;
 - относительная влажность.
- В результате моделирования были получены наборы данных в формате GRIB.
- Данные обработаны с помощью программ на языке Python.

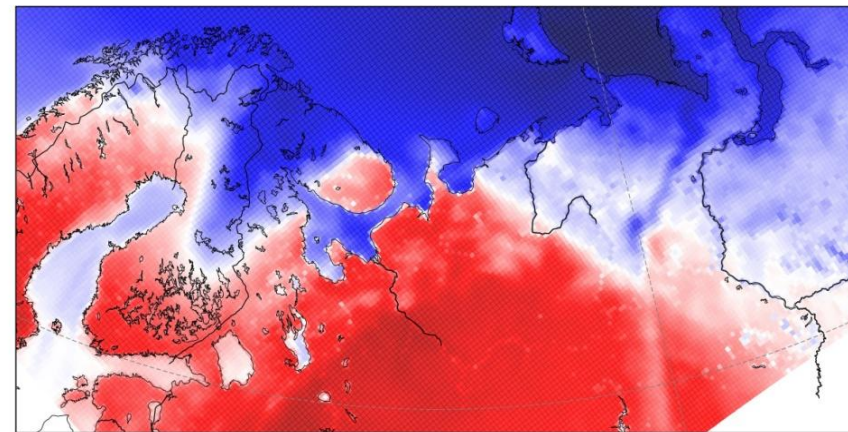
МЕТОДОЛОГИЯ

2010-07-02 12:00:00 frcst +3h



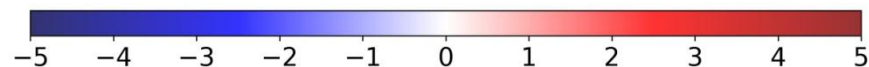
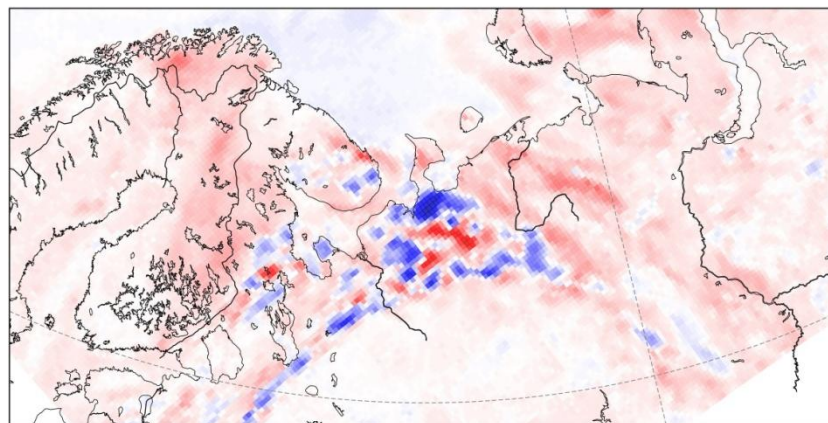
Поле температуры воздуха в срок 12.00
02.07.2010 года без учета влияния аэрозолей

2010-07-02 12:00:00 frcst +3h



Поле температуры воздуха в срок 12.00
02.07.2010 года с учетом влияния аэрозолей

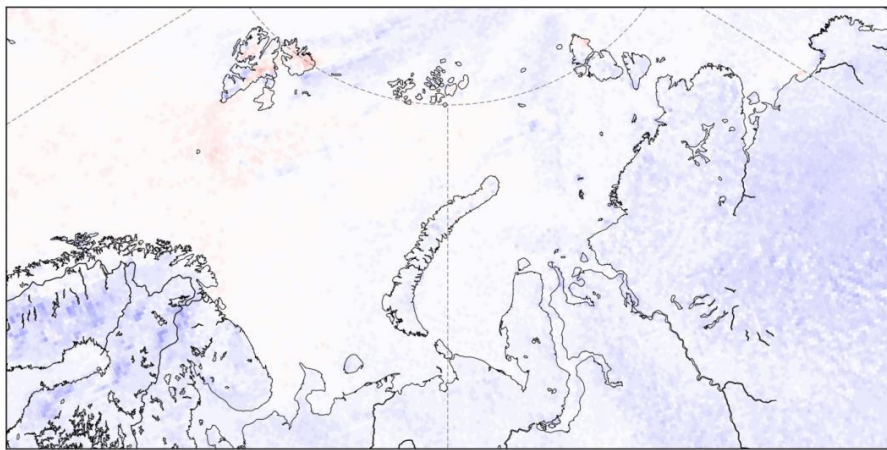
2010-07-02 12:00:00 frcst +3h



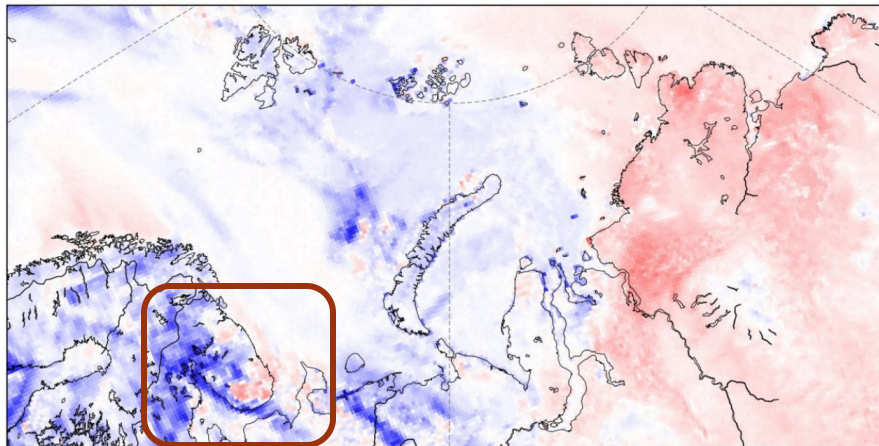
Поле разности температур воздуха без учета влияния аэрозолей
и с учётом их влияния в срок 12.00 02.07.2010 года

Сезонный ход отклонений результатов моделирования приземной температуры воздуха под влиянием аэрозолей

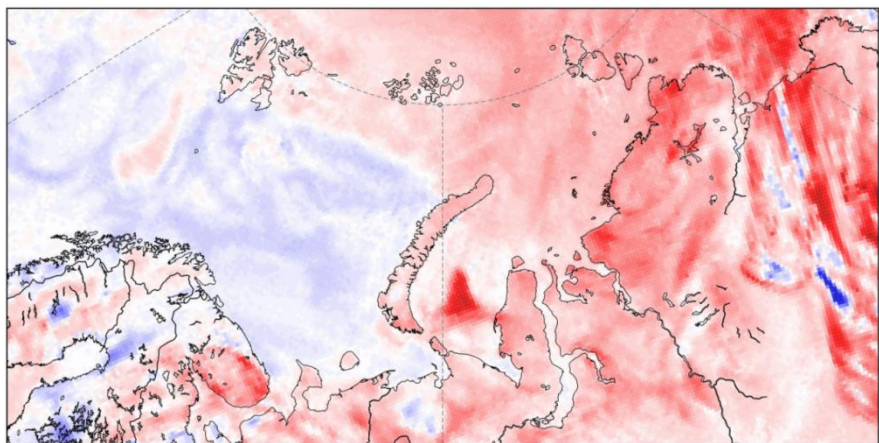
2010-01-02 00:00:00 frfst +3h



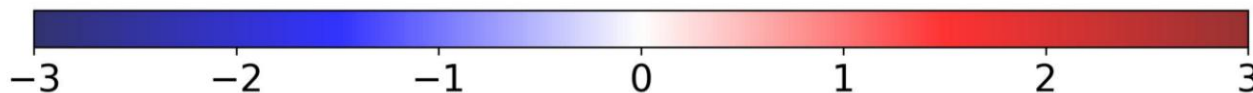
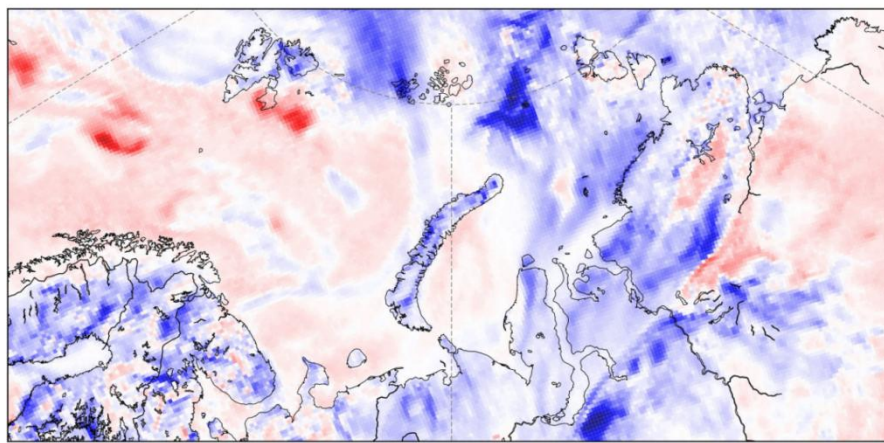
2010-04-02 00:00:00 frfst +3h



2010-07-02 00:00:00 frfst +3h

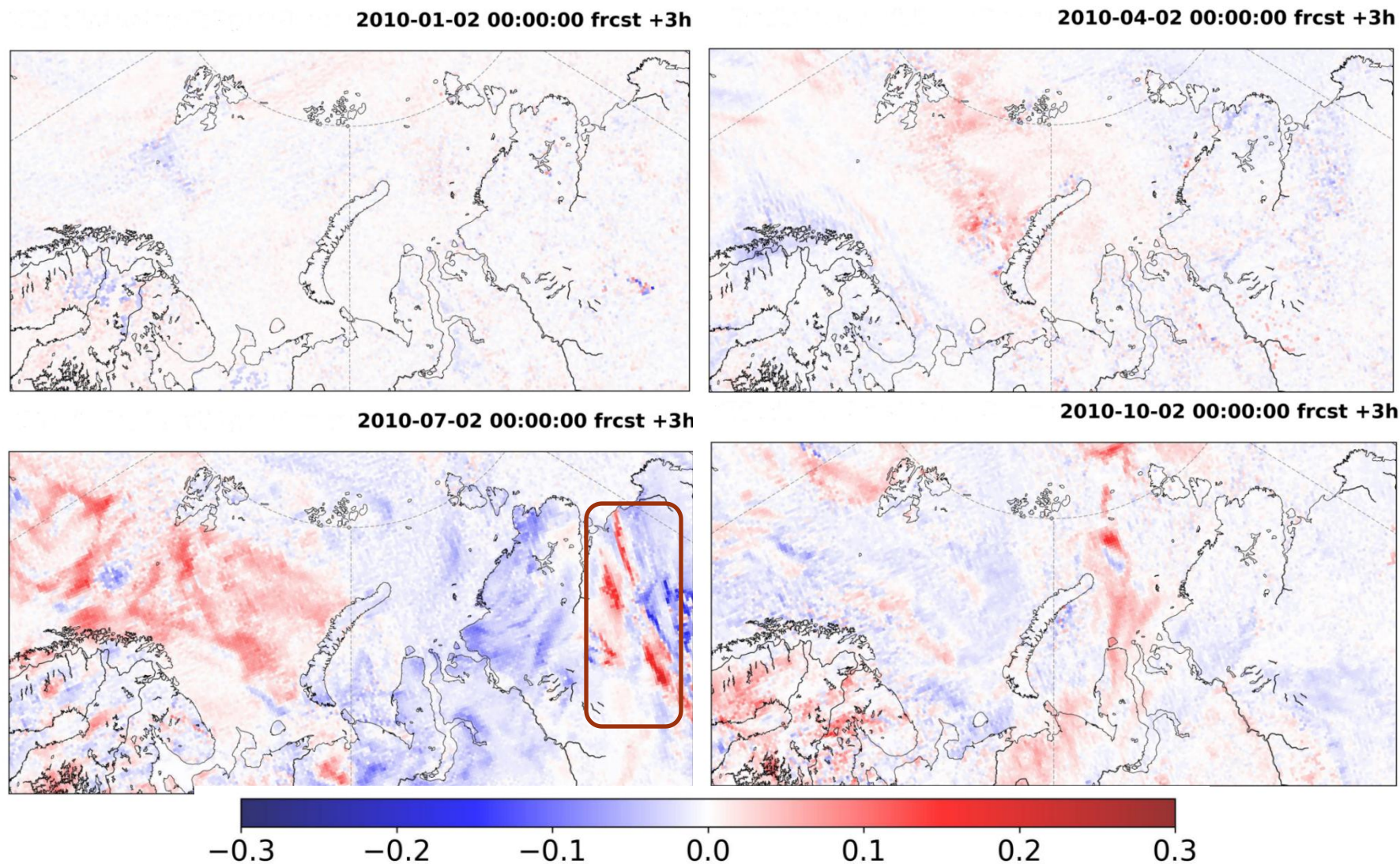


2010-10-02 00:00:00 frfst +3h



Отклонения достигают 3 градусов, сторону завышения температуры, так и в сторону её занижения. Наибольшая разница — в летний период.

Сезонный ход отклонений результатов моделирования относительной влажности под влиянием аэрозолей

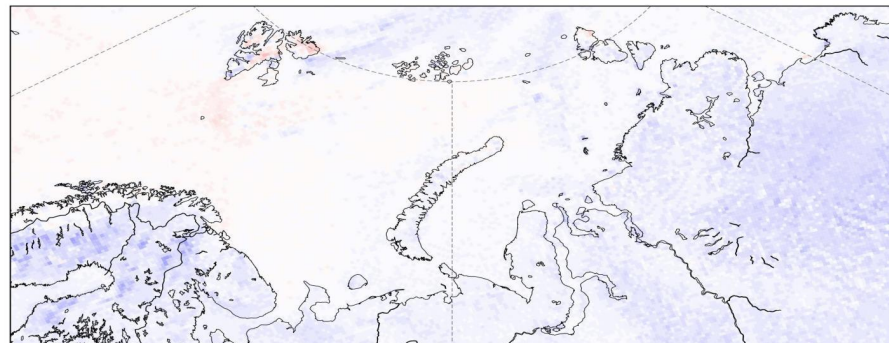


Отклонения относительной влажности достигает 30% и в сторону завышения значений, и в сторону их занижения, максимум также в летний период.

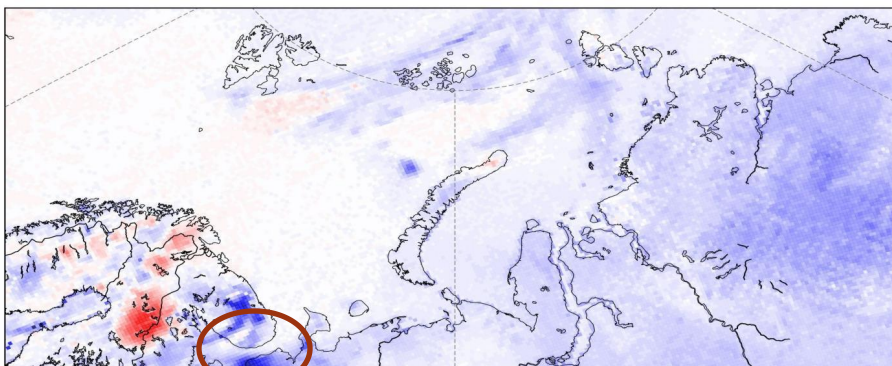
Сезонный ход отклонений результатов моделирования относительной влажности под влиянием аэрозолей в срок 00 часов 2 числа января, апреля, июля и октября 2010 года.

Суточный ход отклонений результатов моделирования приземной температуры воздуха под влиянием аэрозолей 02.01.2010

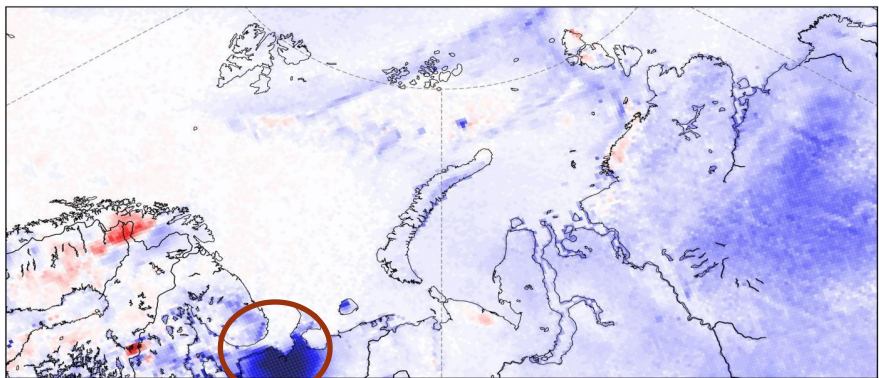
2010-01-02 00:00:00 frcst +3h



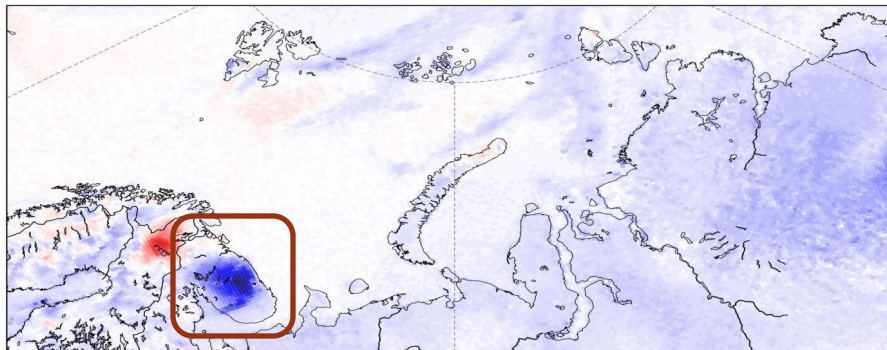
2010-01-02 12:00:00 frcst +3h



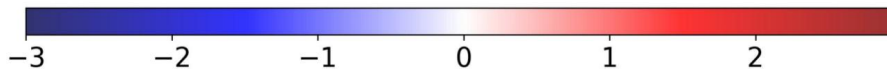
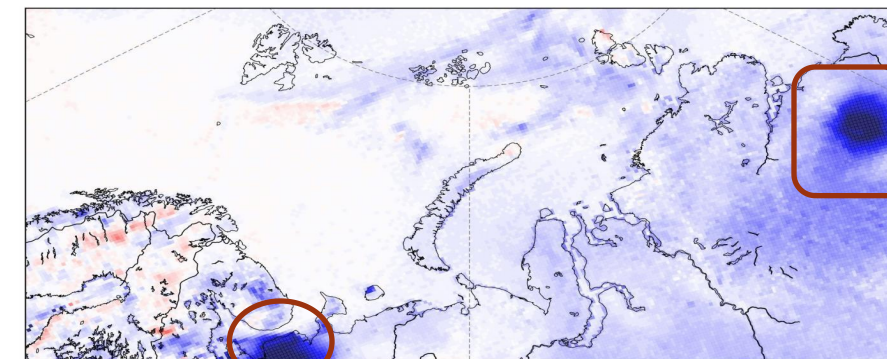
2010-01-03 00:00:00 frcst +3h



2010-01-02 06:00:00 frcst +3h



2010-01-02 18:00:00 frcst +3h

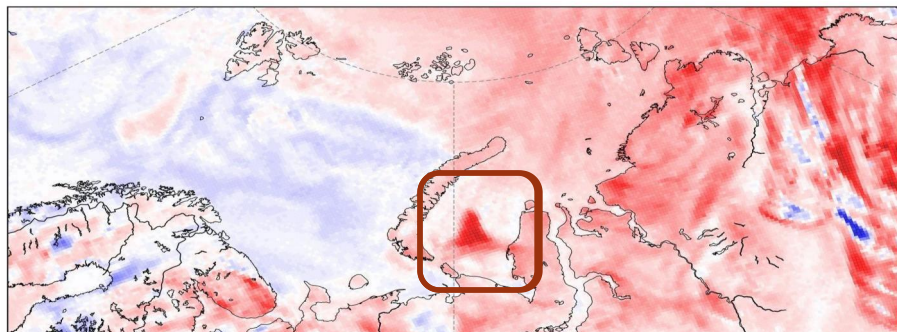


Срок жизни некоторых очагов был от 6 до 12 часов, а очаг около полуострова Канин к началу следующих суток только увеличился.

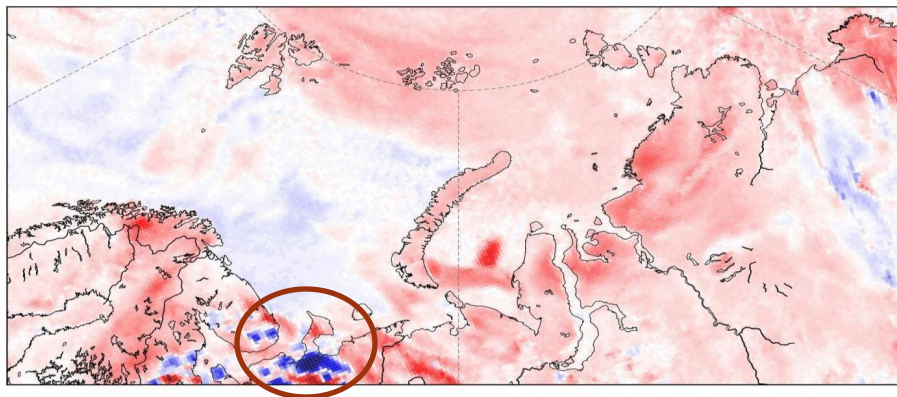
Суточный ход отклонений результатов моделирования приземной температуры воздуха под влиянием аэрозолей в сроки 00, 06, 12, 18 часов 2. января и в срок 00 часов 3 января 2010 года.

Суточный ход отклонений результатов моделирования приземной температуры воздуха под влиянием аэрозолей 02.07.2010

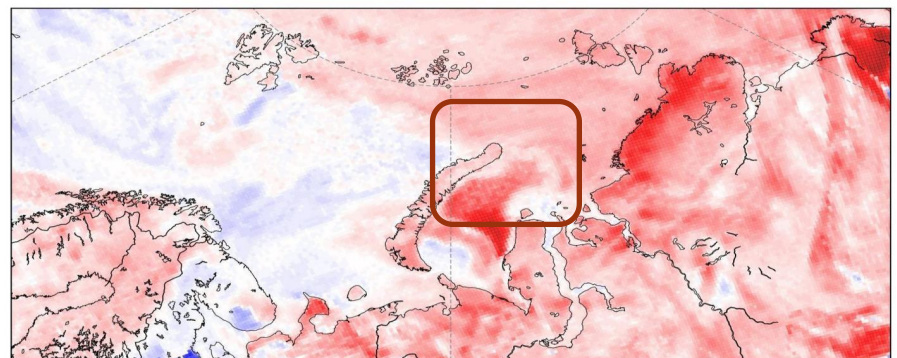
2010-07-02 00:00:00 frfst +3h



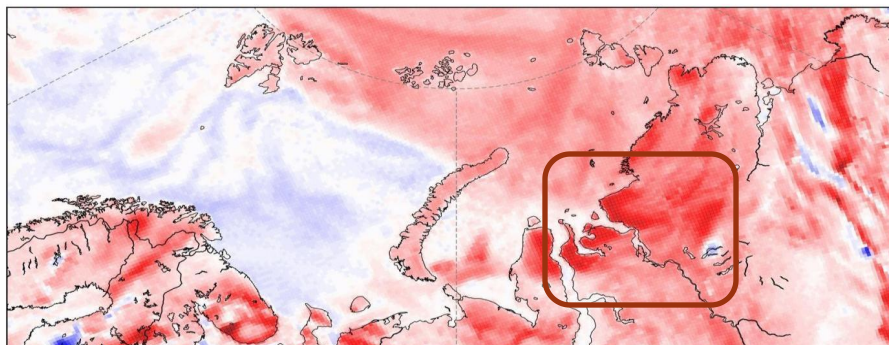
2010-07-02 12:00:00 frfst +3h



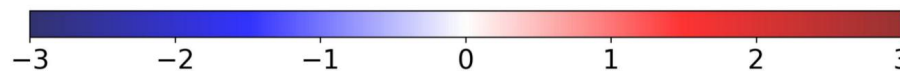
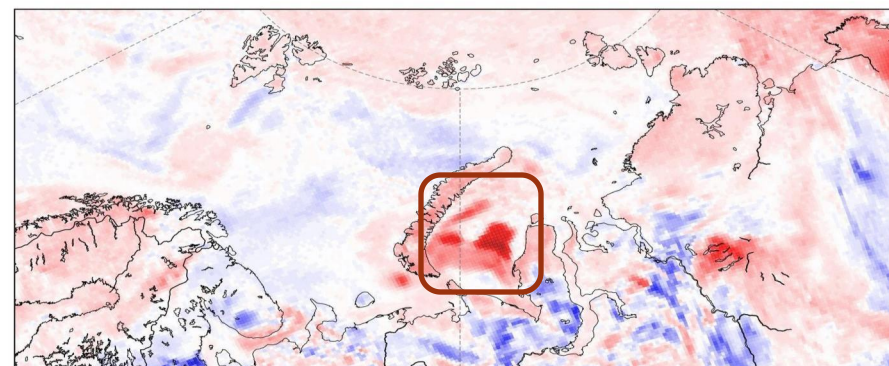
2010-07-03 00:00:00 frfst +3h



2010-07-02 06:00:00 frfst +3h



2010-07-02 18:00:00 frfst +3h



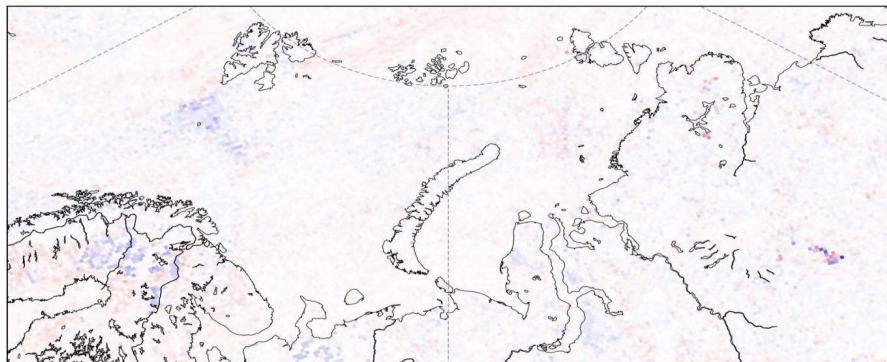
Суточный ход отклонений результатов моделирования приземной температуры воздуха под влиянием аэрозолей в сроки 00, 06, 12, 18 часов 2. июля и в срок 00 часов 3 июля 2010 года.

В июле - отклонения до 3 градусов в обе стороны.

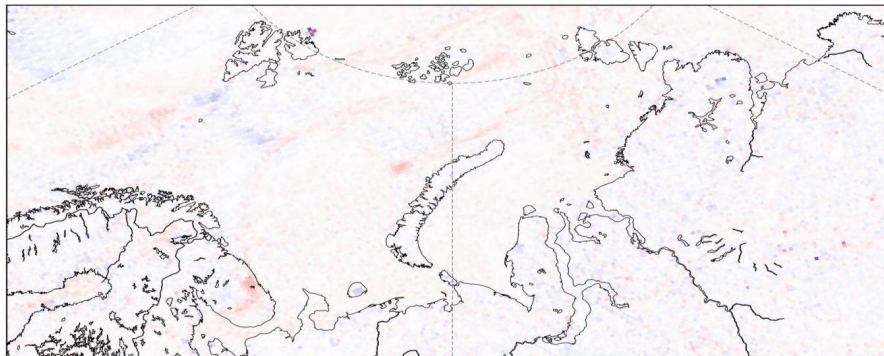
У полуострова Канин в срок 12.00 фиксировалось отклонение на 3 градуса и в ту и в другую сторону. Этот случай далее рассмотрен подробнее.

Суточный ход отклонений результатов моделирования относительной влажности под влиянием аэрозолей 02.01.2010

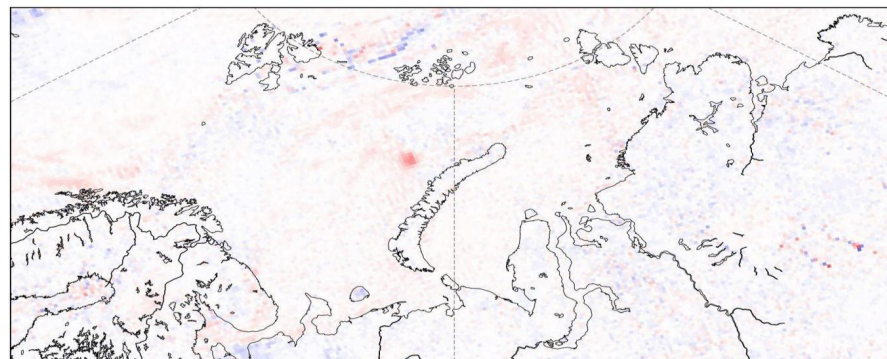
2010-01-02 00:00:00 frcst +3h



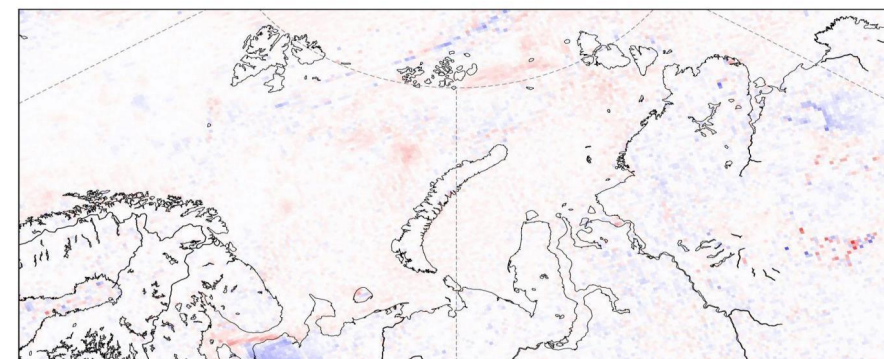
2010-01-02 06:00:00 frcst +3h



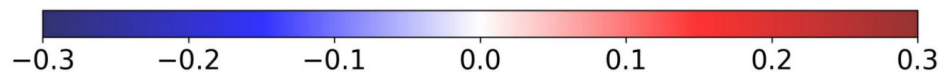
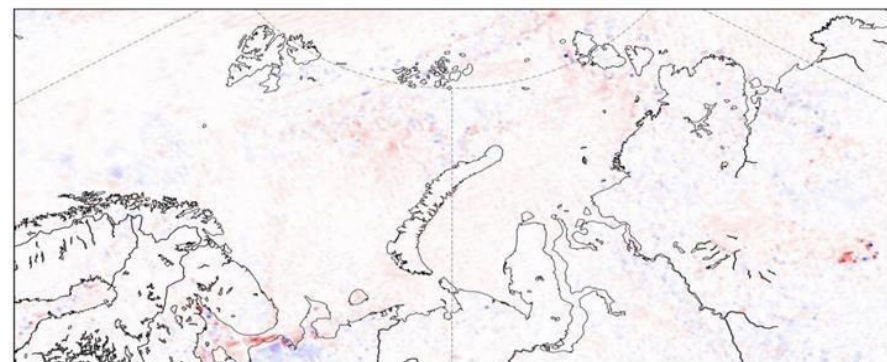
2010-01-02 12:00:00 frcst +3h



2010-01-02 18:00:00 frcst +3h



2010-01-03 00:00:00 frcst +3h

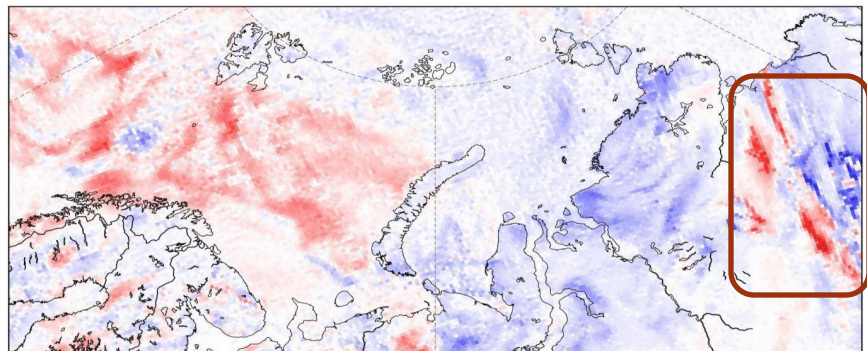


Разница не превышает 5-10% и в сторону завышения и в сторону занижения результатов.

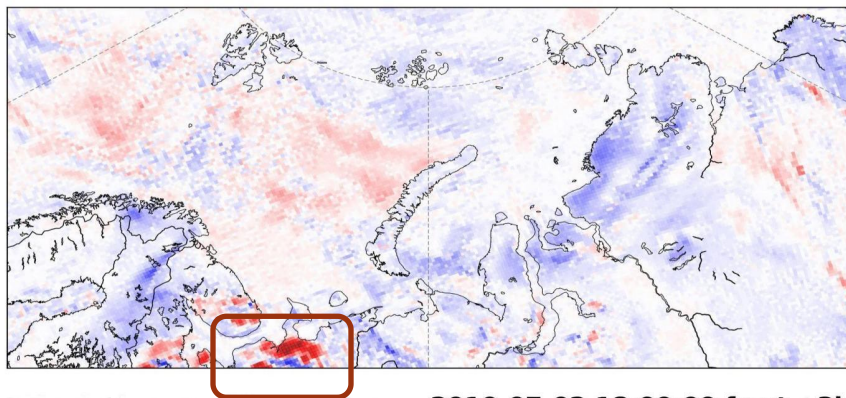
Суточный ход отклонений результатов моделирования относительной влажности под влиянием аэрозолей в сроки 00, 06, 12, 18 часов 2. января и в срок 00 часов 3 января 2010 года.

Суточный ход отклонений результатов моделирования относительной влажности под влиянием аэрозолей 02.07.2010

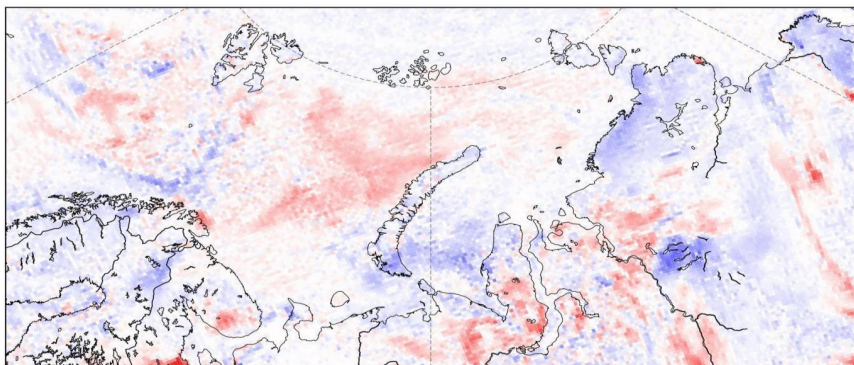
2010-07-02 00:00:00 frcst +3h



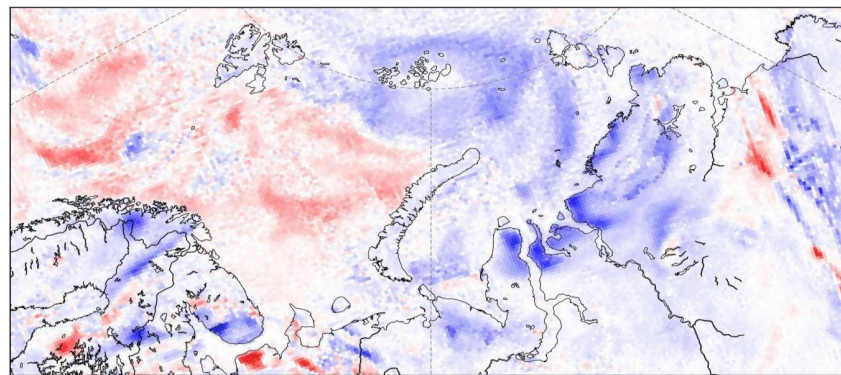
2010-07-02 12:00:00 frcst +3h



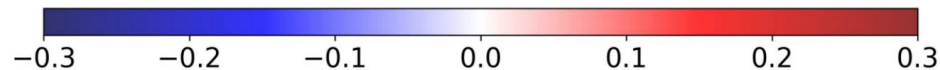
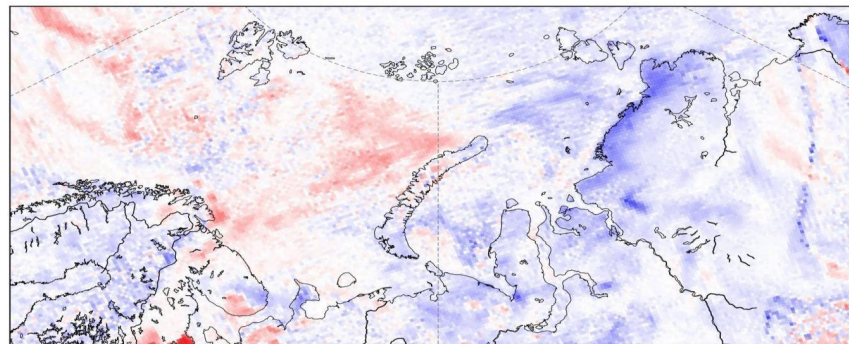
2010-07-02 18:00:00 frcst +3h



2010-07-02 06:00:00 frcst +3h



2010-07-03 00:00:00 frcst +3h

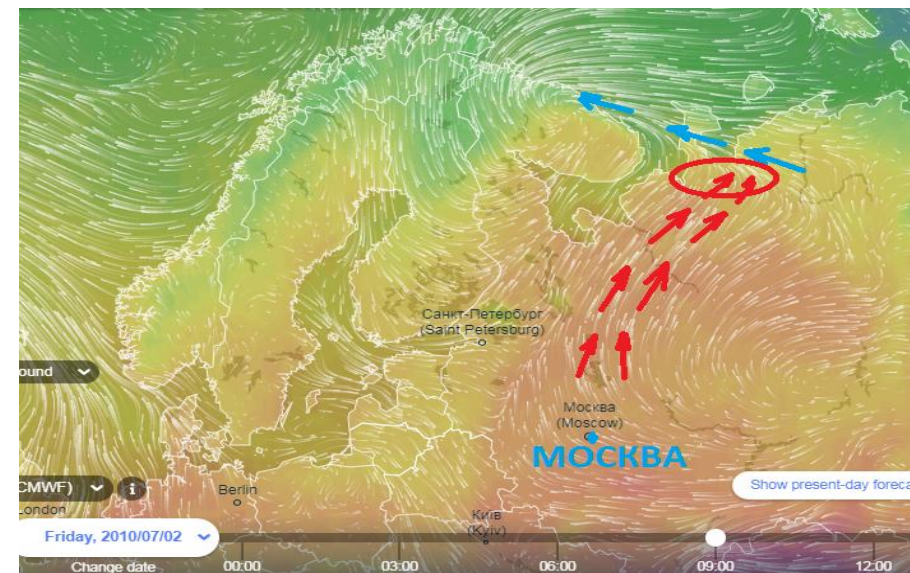
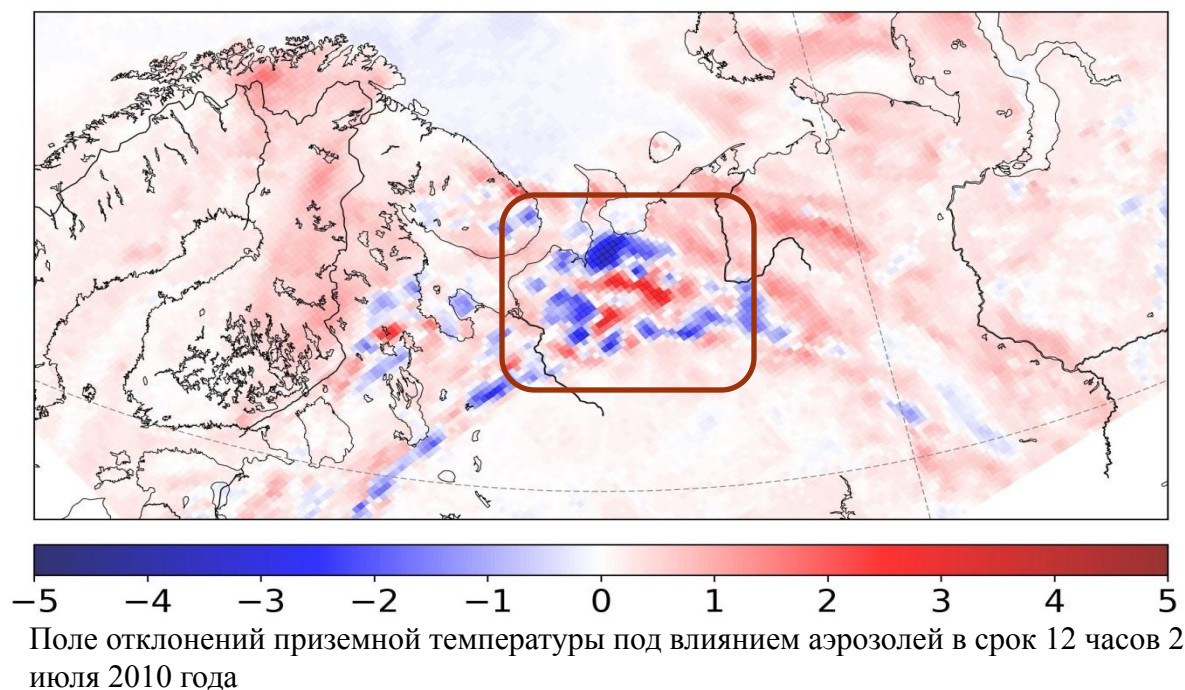


В тёплый сезон такие отклонения существеннее и доходят до 30% в сторону завышения и 20% сторону занижения результатов.

Суточный ход отклонений результатов моделирования относительной влажности под влиянием аэрозолей в сроки 00, 06, 12, 18 часов 2. июля и в срок 00 часов 3 июля 2010 года.

АНАЛИЗ ОТКЛОНЕНИЙ ЗНАЧЕНИЙ ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА ПОД ВЛИЯНИЕМ АЭРОЗОЛЕЙ У ПОЛУОСТРОВА КАНИН

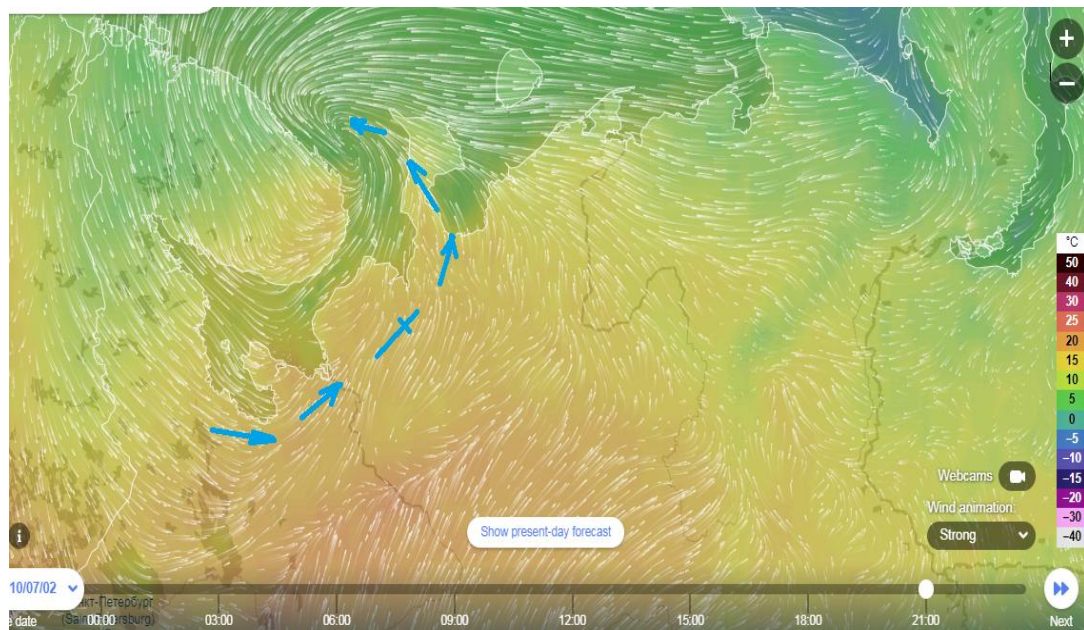
2010-07-02 12:00:00 frfst +3h



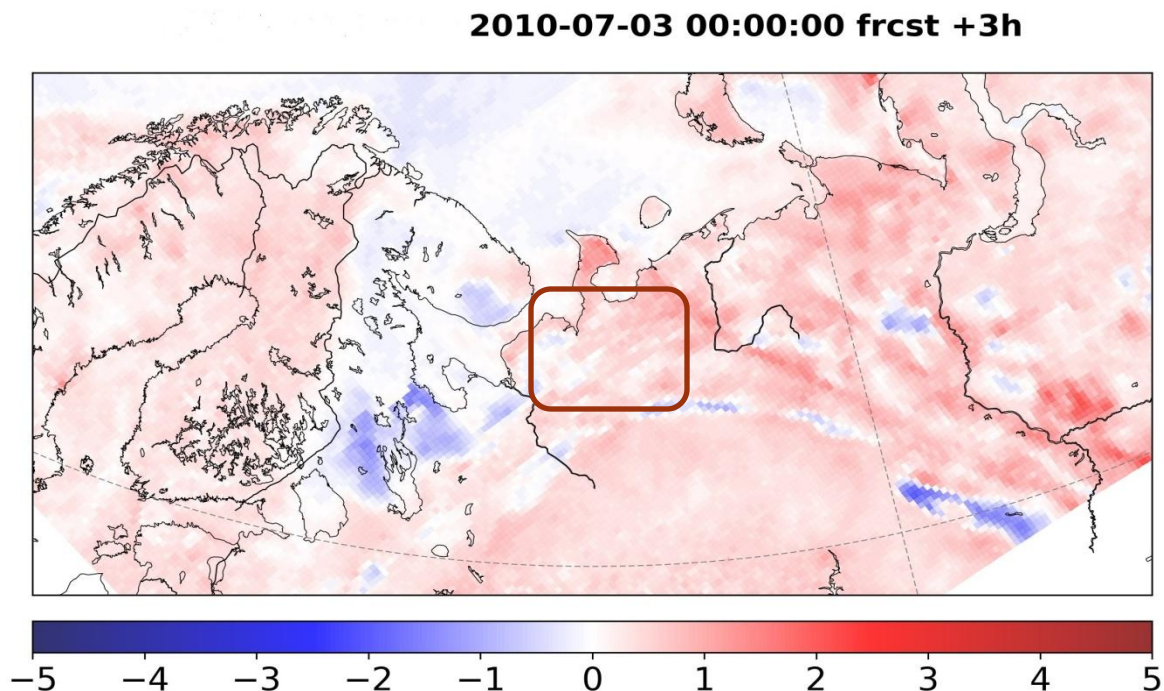
Синоптическая ситуация в срок 12 часов 2 июля 2010 года
Источник: <https://www.ventusky.com>

В срок 12 часов 2 июля 2010 года области завышения и занижения результатов моделирования температуры чередуются через 30 - 50 км. Причиной возникновения ярко выраженного очага могут быть выбросы аэрозолей от природных пожаров в Московской области, так как в рассматриваемый период наблюдалось перемещение воздушной массы со стороны региона Москвы, которое могло переносить аэрозольные частицы от горения леса и торфяных болот (зафиксировано 130 очагов природных пожаров, в том числе 67 торфяных).

АНАЛИЗ ОТКЛОНЕНИЙ ЗНАЧЕНИЙ ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА ПОД ВЛИЯНИЕМ АЭРОЗОЛЕЙ У ПОЛУОСТРОВА КАНИН



Синоптическая ситуация в срок 00 часов 3 июля 2010 года.
Источник: <https://www.ventusky.com>



Поле отклонений приземной температуры под влиянием аэрозолей
в срок 00 часов 3 июля 2010 года

К сроку 00 часов 3 июля 2010 года на территории очага влияния аэрозолей господствовали циклонические ветры со стороны Карелии, и скопление аэрозольных частиц и область проявления их влияния прекратили своё существование.

ВЫВОДЫ

- Амплитуда отклонений приземной температуры воздуха и относительной влажности, полученных при расчётах с включённым и выключенным блоком аэрозолей модели Enviro-HIRLAM достигает 6 градусов и 60% соответственно. Максимальная амплитуда зафиксирована в летний и осенний сезоны.
- Территории, которые охватывает эффект от влияния аэрозолей, могут быть как обширными, так и локальными. Наиболее сильные отклонения проявляются небольшими очагами.
- Время жизни очагов влияния аэрозолей варьируется от нескольких часов до нескольких дней.
- На небольшой территории возможно влияние аэрозолей как в сторону завышения, так и в сторону занижения результатов.
- Все вышеперечисленные факты значительно затрудняют коррекцию влияния аэрозолей с помощью коэффициентов и поправок при прогнозировании. Особенно важно, что влияние аэрозолей может как завышать, так и занижать значения прогнозируемых величин, поэтому любая фиксированная поправка может удвоить ошибку прогноза.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

