

Прогностическая система COSMO-RuSib

Газимов Тимур Фаискабирович
Научный сотрудник ФГБУ «СибНИГМИ»

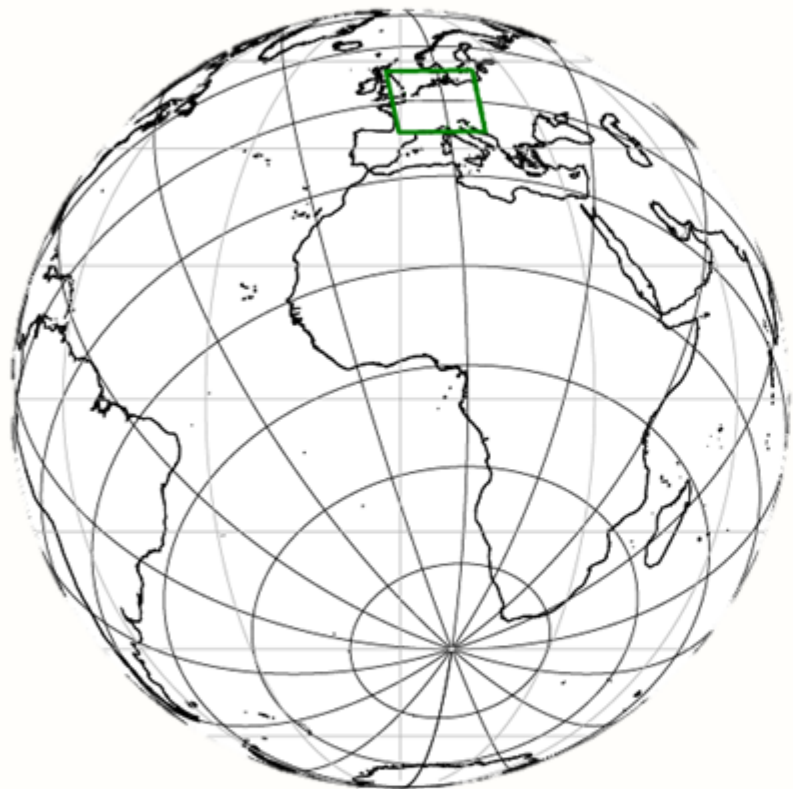
Декабрь 2023

Современное состояние прогностической системы COSMO-RuSib и её конфигурации

Прогностическая продукция

Переход к ICON, дальнейшие перспективы

Современное состояние прогностической системы COSMO-RuSib и её конфигурации



- **Модель численного прогноза погоды COSMO** (Consortium for Small-Scale Modeling) была разработана для оперативного численного прогноза погоды, а также в качестве гибкого инструмента для различных вычислительных экспериментов.
- Исходная версия модели COSMO разработана в Немецкой службе погоды (Deutscher Wetterdienst) в то время, как дальнейшее развитие и поддержка происходит в рамках одноименного консорциума, в который также входит и Россия.
- В России созданием и развитием прогностической системы COSMO-Ru занимается Гидрометцентр РФ, СибНИГМИ является соисполнителем работ темы НИР для территории Урало-Сибирского региона.
- В дальнейшем предполагается переход модели COSMO на модель ICON.

Текущие конфигурации прогностической системы COSMO-RuSib

Атмосферные параметры
GFS

Приземные и почвенные
параметры ICON-DWD

COSMO 13.2

COSMO 6.6

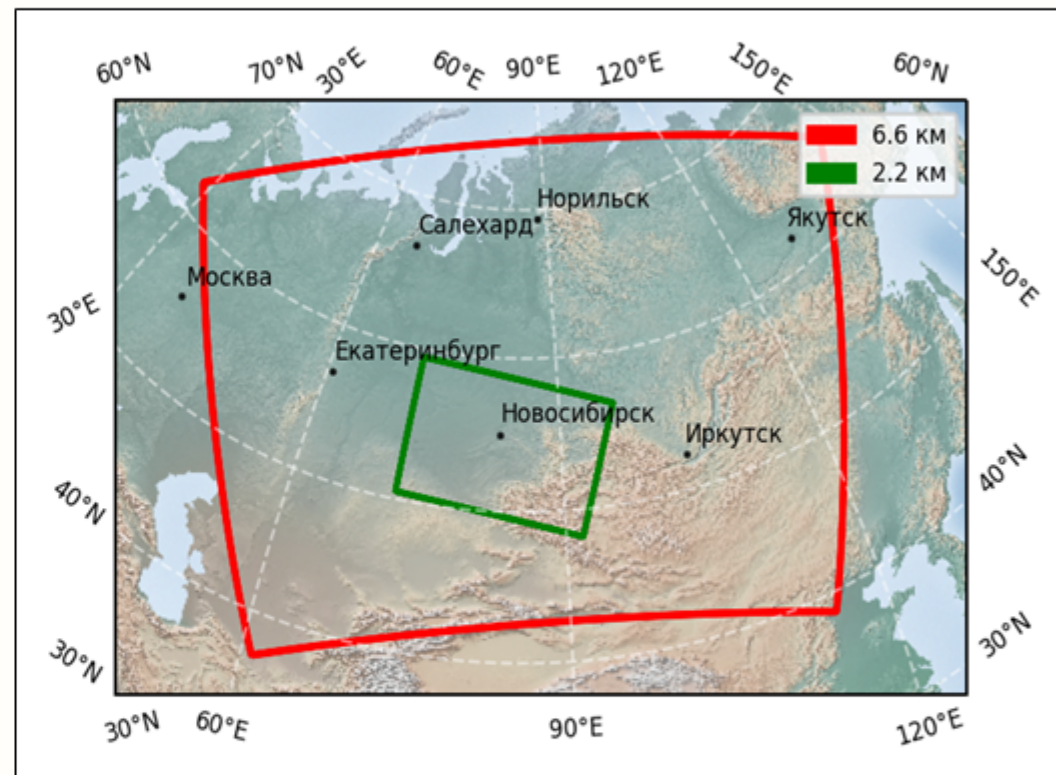
+ОЯ

COSMO 2.2 + URB*

+ОЯ

*городская параметризация TERRA_URB

COSMO 2.2 + ДМРЛ



В настоящий момент 4 раза в сутки (00, 06, 12, 18 UTC в оперативном режиме на вычислительных мощностях Западно-Сибирского регионального вычислительного (ЗС РВЦ) рассчитывается прогностическая продукция с заблаговременностью **до 120 часов.**

Также проводятся работы по уменьшению времени расчета всех конфигураций COSMO-RuSib.

Проведена верификация конфигурации (DWD) с текущей (G/I) модели COSMO-RuSib с горизонтальным шагом сетки 6,6 км для основных метеоэлементов: температура воздуха, скорость ветра и осадков.

Рассчитывались следующие показатели качества:

- ◆ BIAS (ME) – систематическая или средняя ошибка
Ошибка характеризует отклонение прогностической величины от фактической. При идеальном прогнозе BIAS = 0.
- ◆ RMSE – корень из среднеквадратичной ошибки
Измеряется в тех же единицах, что и прогнозируемая величина. Чем ниже RMSE, тем лучше модель дала прогноз.
- ◆ HIT – предупрежденность
- ◆ FAR – отношение ложных тревог

Температура
Скорость ветра

Осадки

Что такое HIT и FAR?

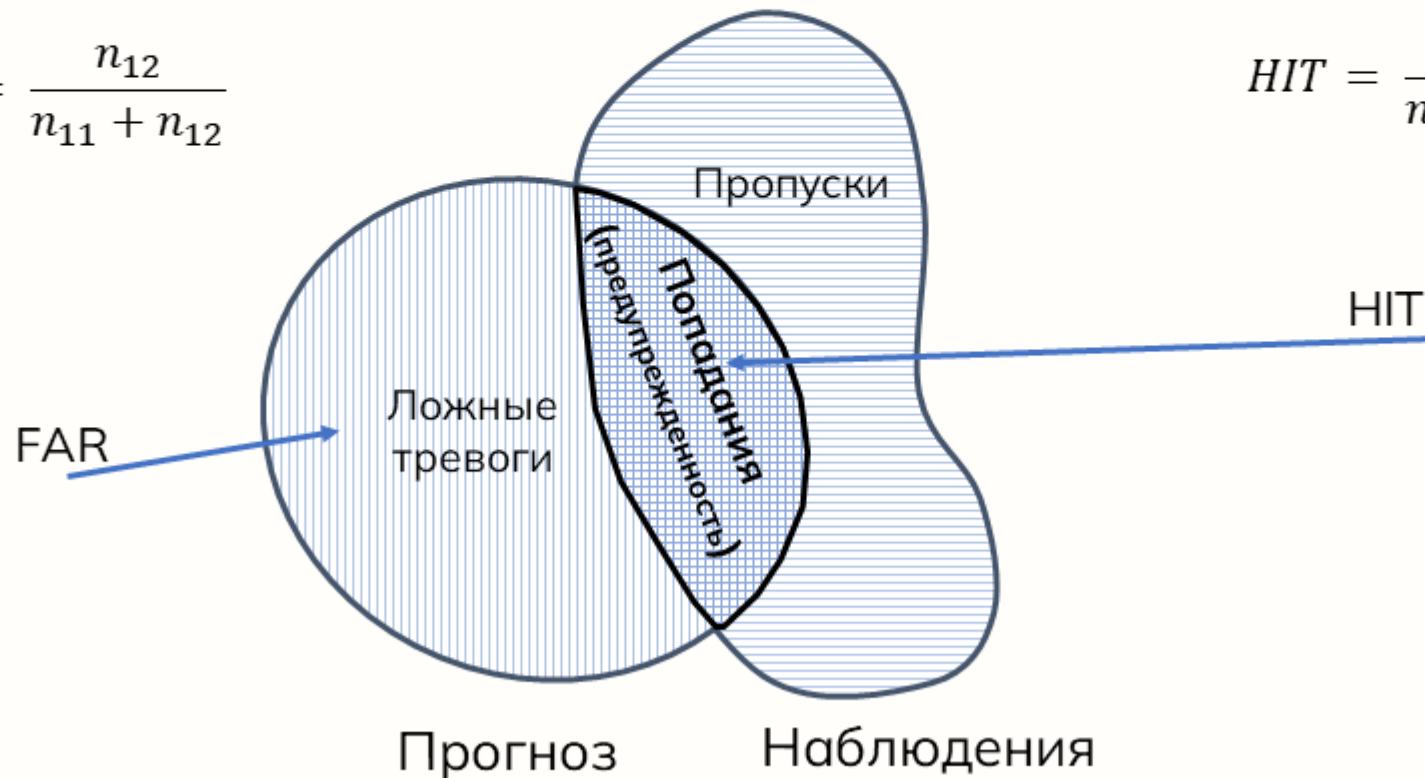
Отношение ложных тревог (False Alarm Ratio – FAR)

Это доля прогнозов "да", которые оказались неверными, т.е. были ложными тревогами. Изменяется от 0 до 1, идеальное значение 0.

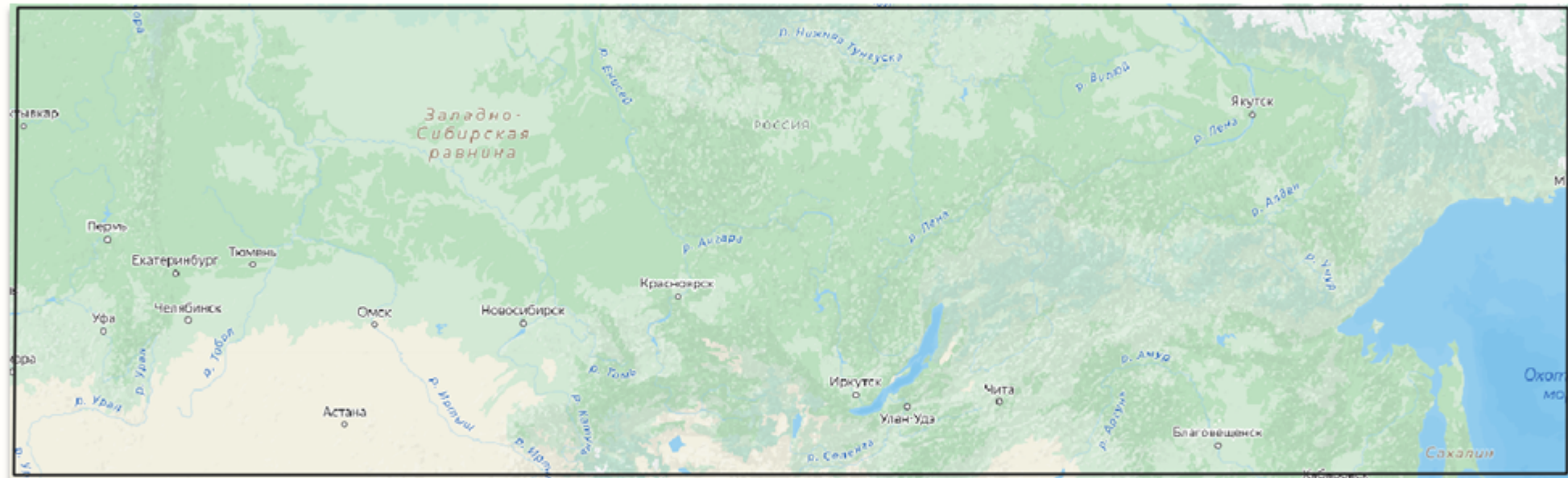
HIT показывает, какая часть наблюдаемых явлений была правильно спрогнозирована. Поэтому ее еще называют **предупрежденностью** явления. Изменяется от 0 до 1, идеальное значение 1.

$$FAR = \frac{n_{12}}{n_{11} + n_{12}}$$

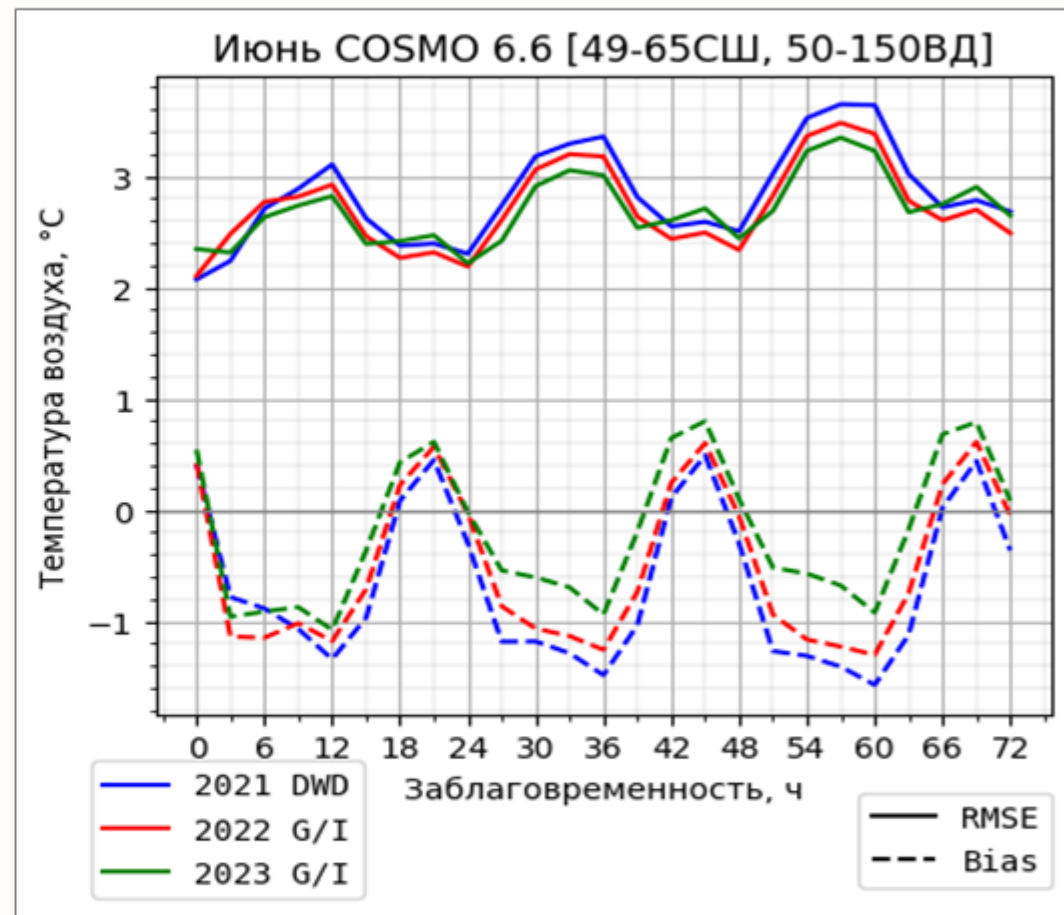
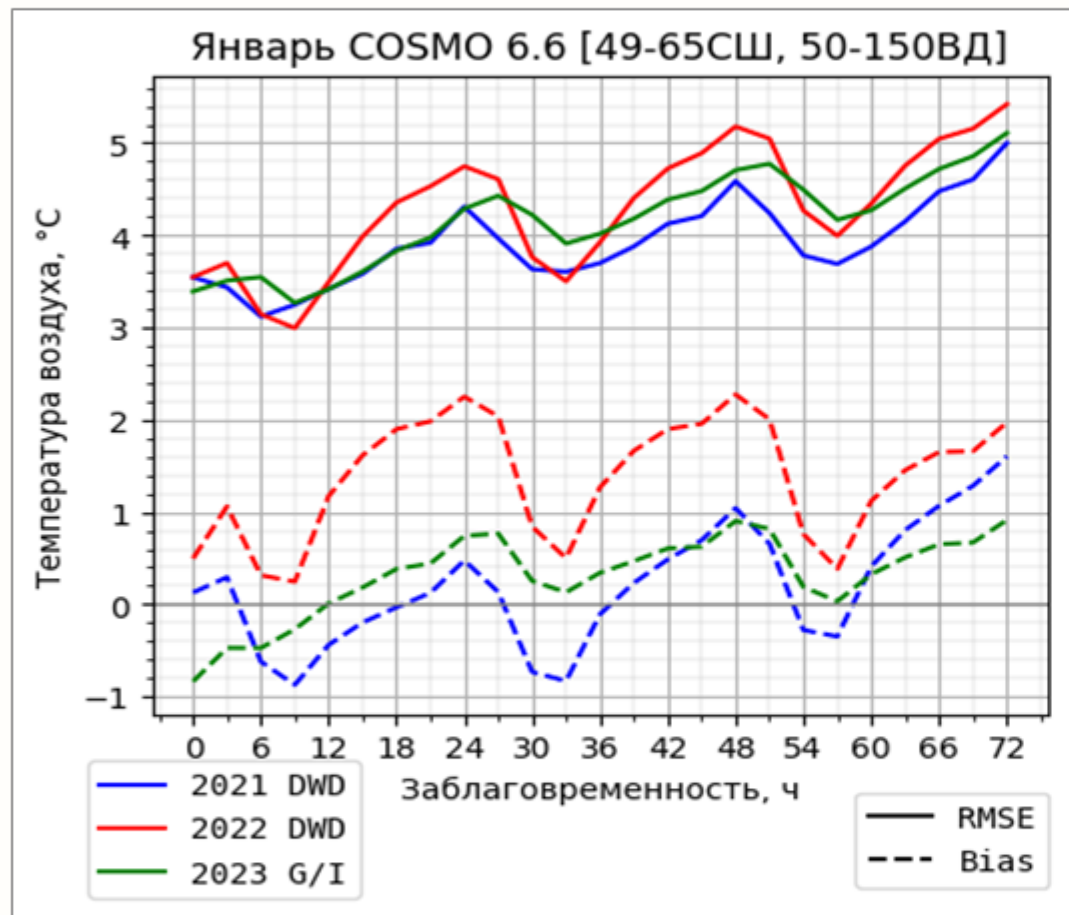
$$HIT = \frac{n_{11}}{n_{11} + n_{21}}$$



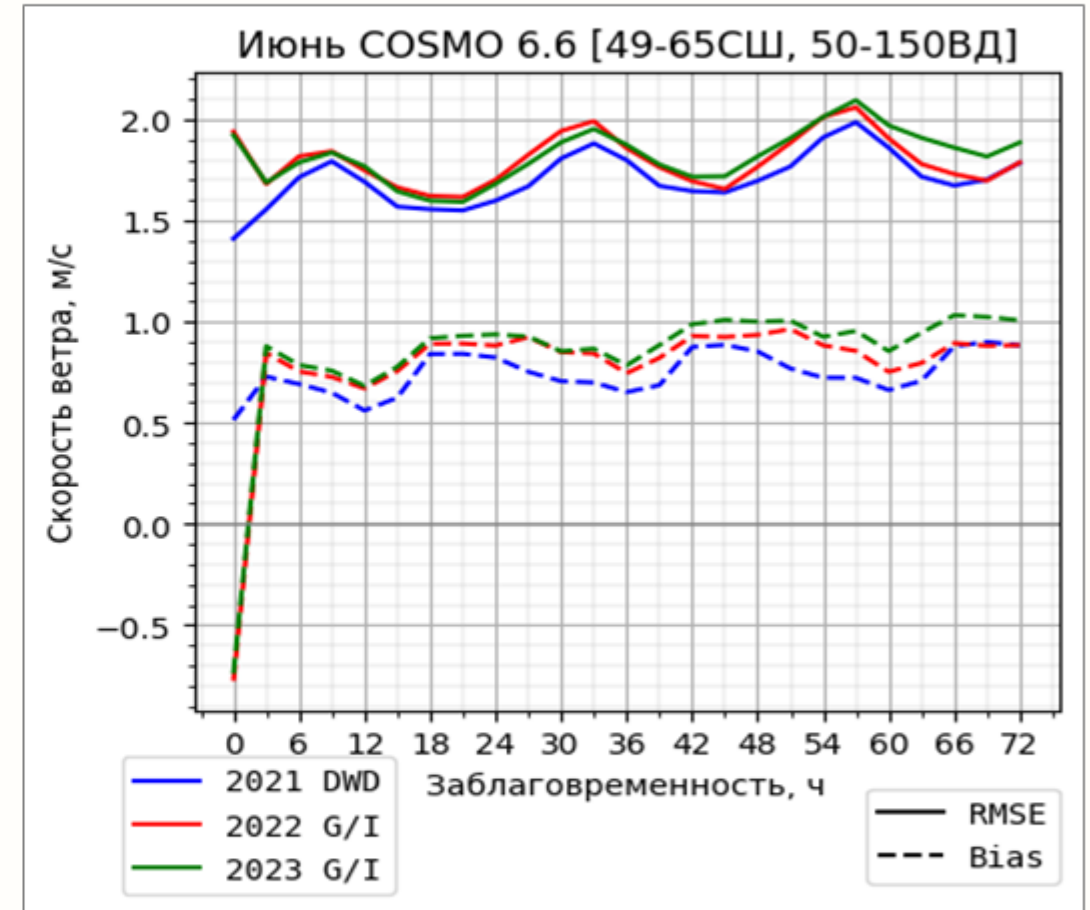
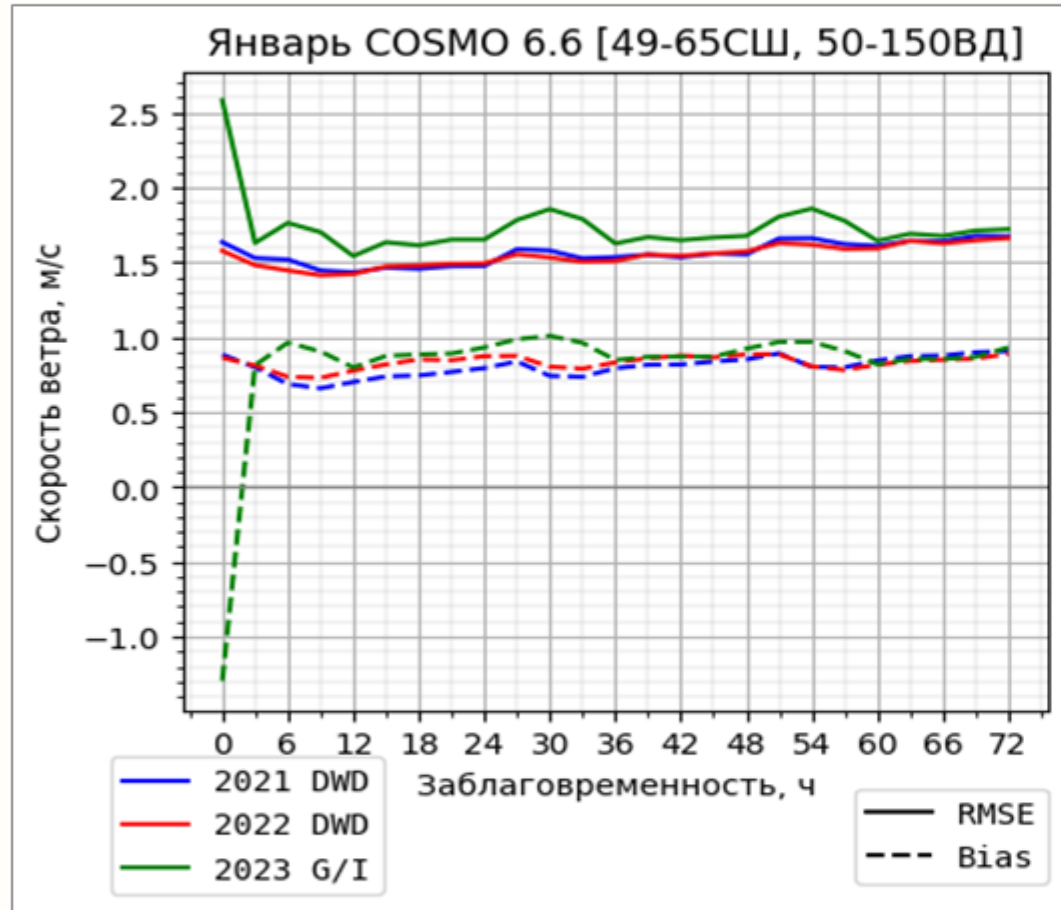
Территория исследования 49-65 СШ; 50-150 ВД



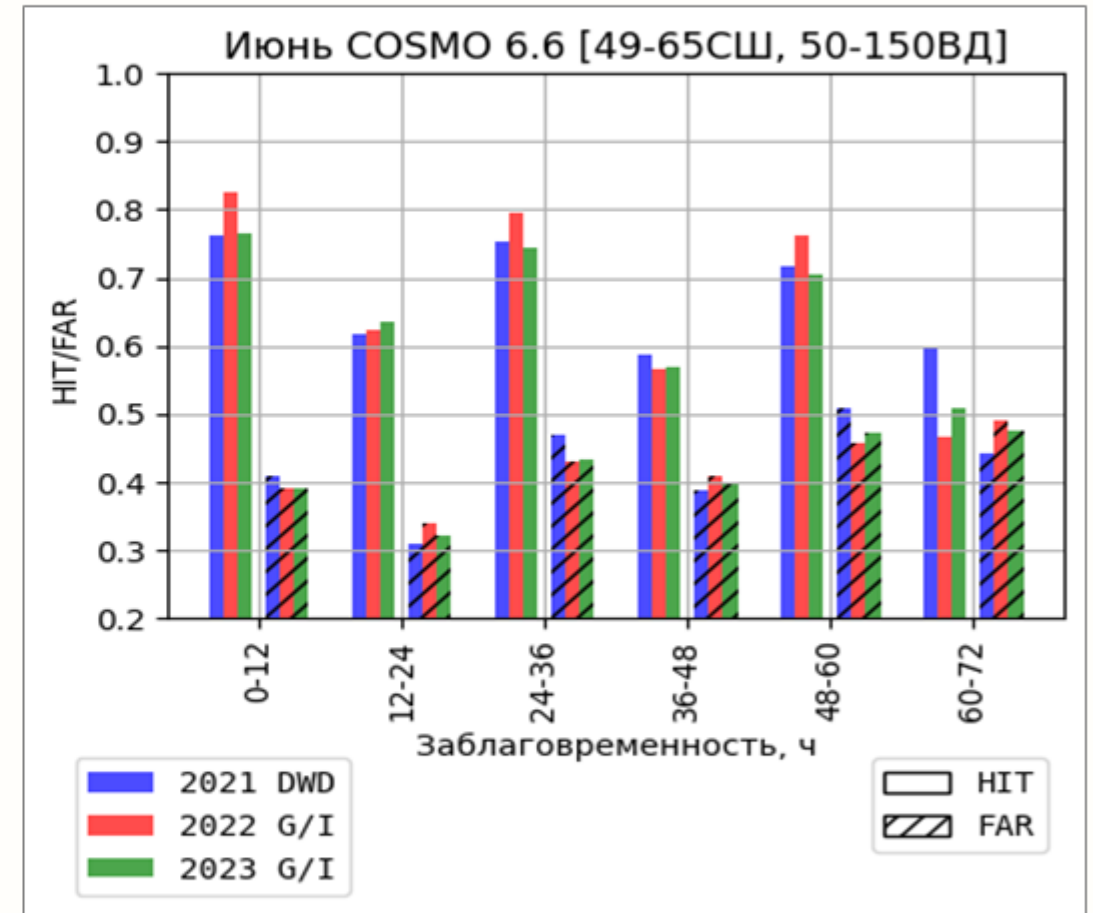
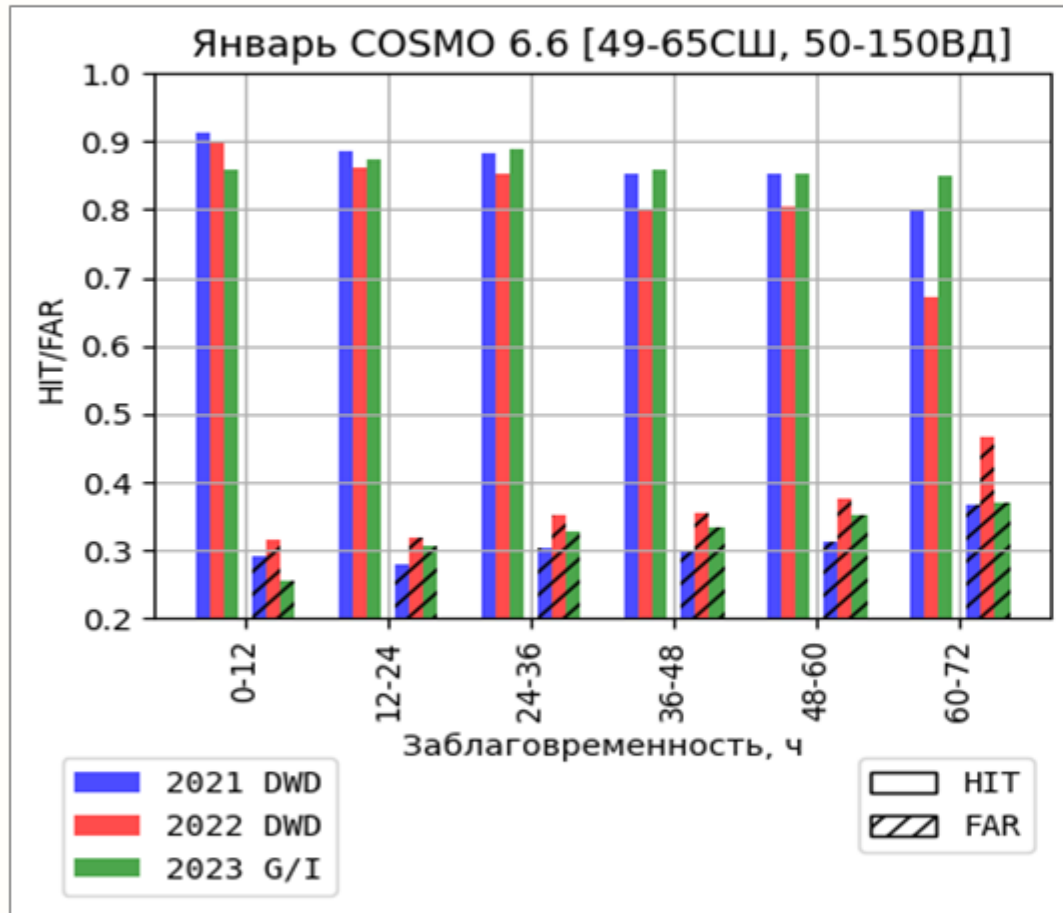
Температура воздуха



Скорость ветра



Осадки



Прогностическая продукция

Производится расчет параметров для оценки рисков опасных явлений, связанных с развитием глубокой конвекции.

- радиолокационная отражаемость ● ●
- диаметр града ●
- индекс потенциала молний ●
(Lightning Potential Index – LPI)
- индекс обнаружения суперячеек ●
(Supercell Detection Index – SDI)
- параметр формирования значительных смерчей ● ●
(Significant Tornado Parameter– STP)

● - COSMO 2.2 ● - COSMO 6.6

Новость на сайте СибНИГМИ от 19.07.2022

2022-07-19 14 июля 2022 г. был проведен семинар в Западно-Сибирском Гидрометцентре

В рамках научно-методической работы ФГБУ "СибНИГМИ" провел семинар в Западно-Сибирском Гидрометцентре ФГБУ "Западно-Сибирское УГМС".

Научный сотрудник отдела численных прогнозов погоды и загрязнения атмосферы Тимур Газимов выступил с докладом на тему: Анализ возможностей прогностической модели COSMO-Ru-SIB 2.2 при прогнозе опасных явлений погоды, связанных с глубокой конвекцией.

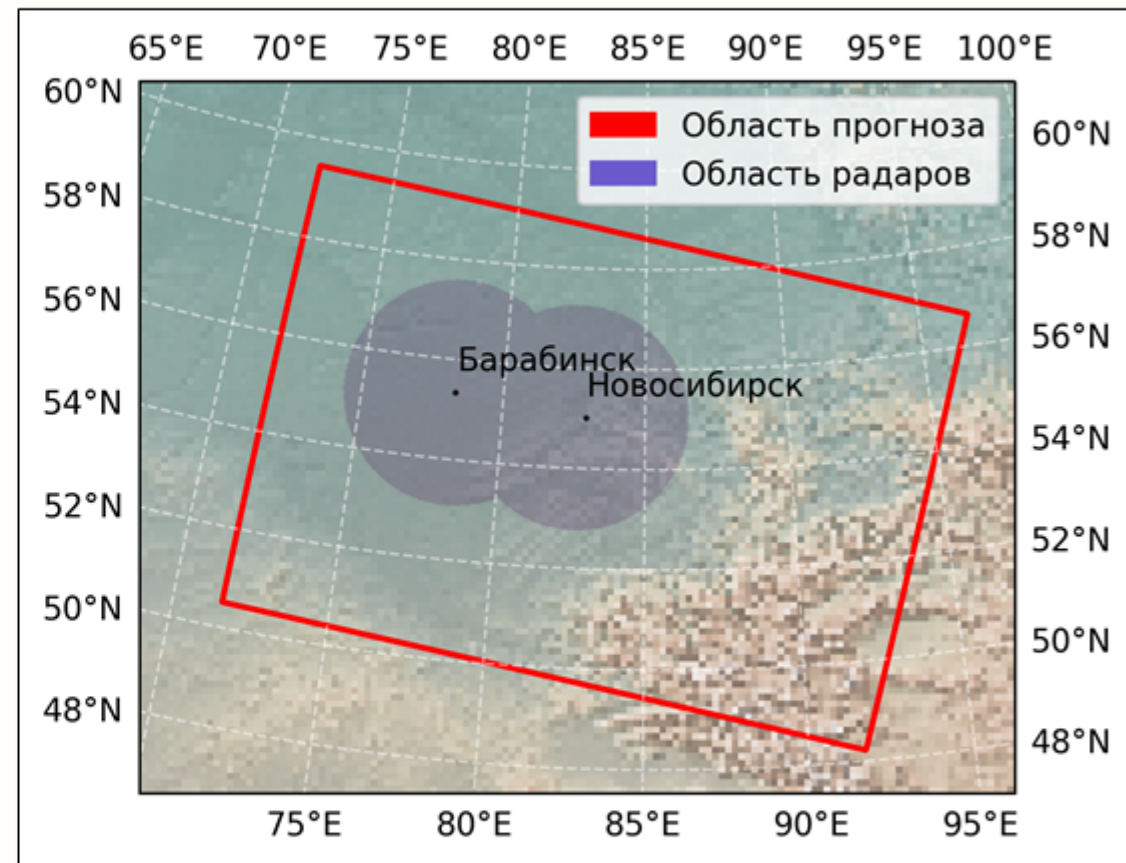
Текст доклада "Возможности COSMO-Ru-SIB 2.2 при прогнозе ОЯ" размещен на сайте СибНИГМИ в разделе Метод кабинет / Информационные письма.

<http://sibnigmi.ru/cgi-bin/inst/index.pl?1&497>

Сверхкраткосрочный прогноз

Особенностью является то, что для улучшения качества прогноза используются данные наших двух ДМРЛ (Барабинск и Толмачево). Усвоение радарных данных моделью позволяет повысить в первую очередь качество прогноза осадков. Для этого используется метод усвоения данных интенсивности осадков – Latent Heat Nudging (LHN).

Прогноз готов уже в среднем после 1-1.5 часов от сроков 00, 06, 12 и 18 UTC. Заблаговременность прогноза составляет 12 часов с шагом по времени 1 час.

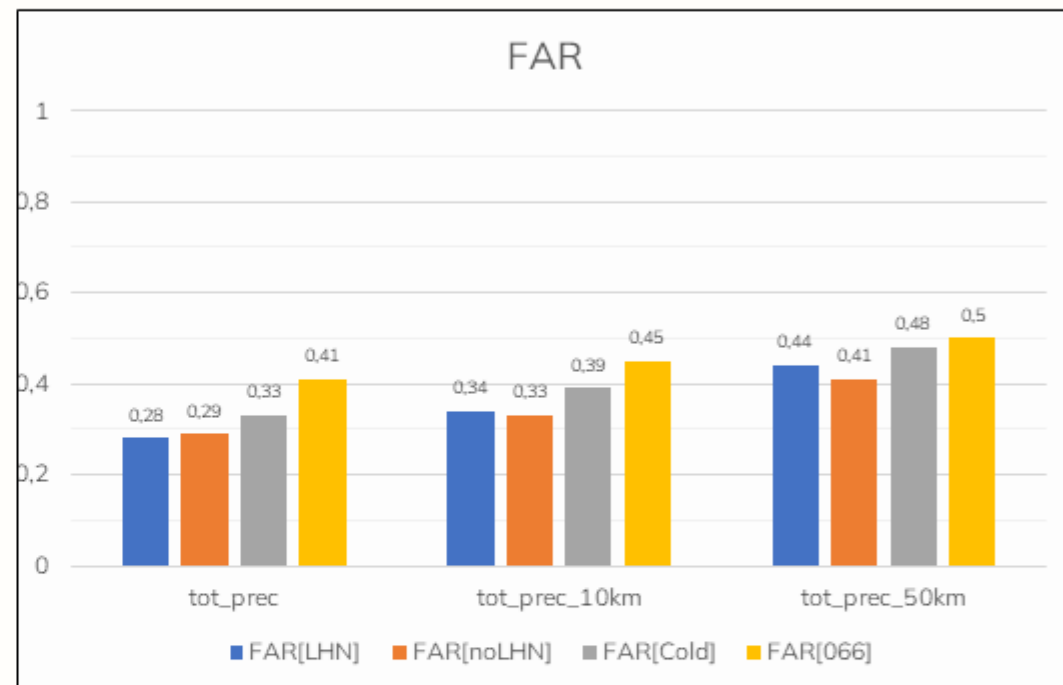
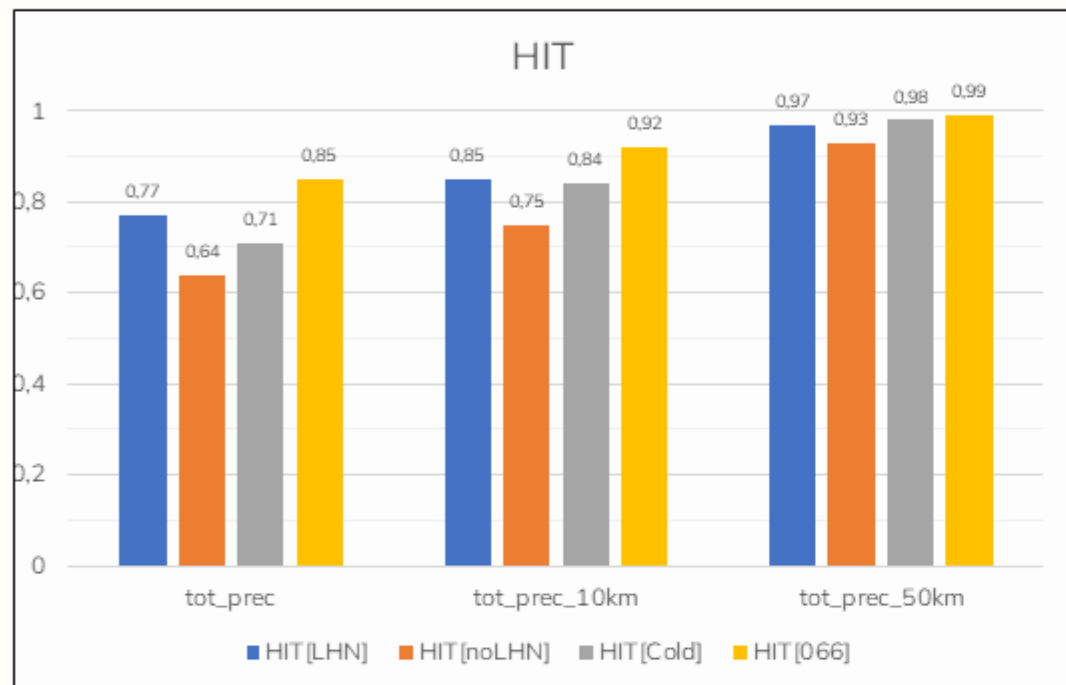


Покрытие ДМРЛ и область прогнозирования для Сибирского региона

Для оценки качества прогноза осадков COSMO 2,2 с использованием схемы LHN была рассчитана матрица сопряженности и FSS (Fractional Skill Score) для следующих конфигураций:

- 1 Теплый старт с использованием данных ДМРЛ
- 2 Теплый старт без использования данных ДМРЛ
- 3 Холодный старт без использования данных ДМРЛ
- 4 В качестве референса модель COSMO с горизонтальным шагом сетки 6,6 км (только для оценок по матрице сопряженности)

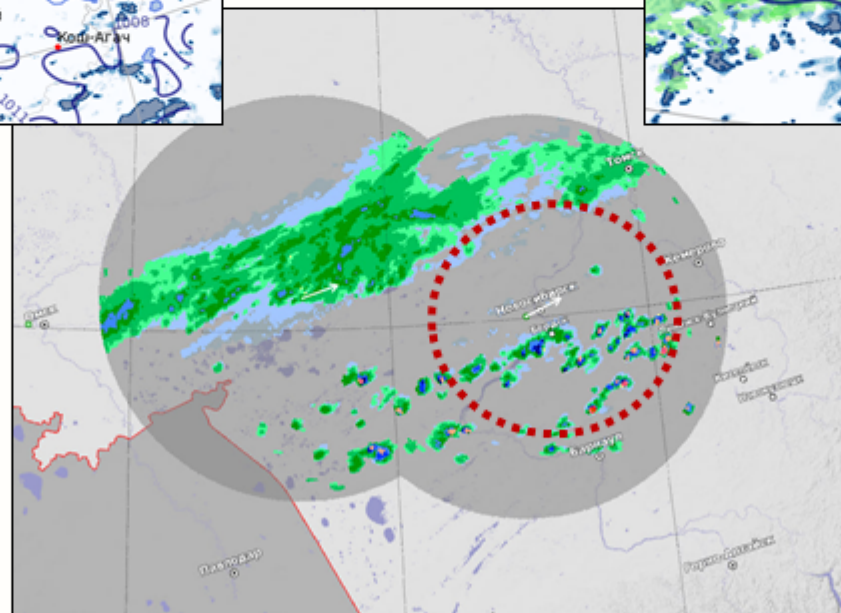
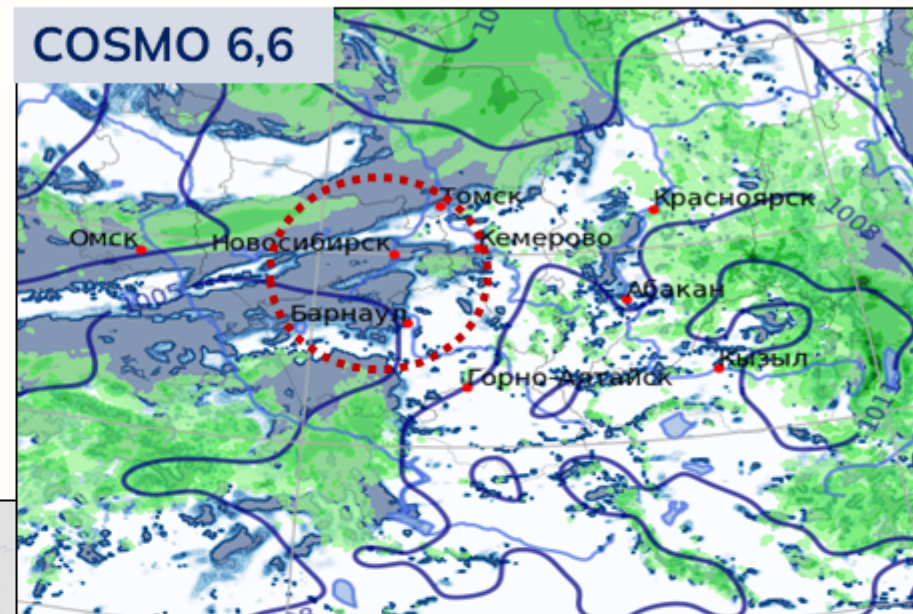
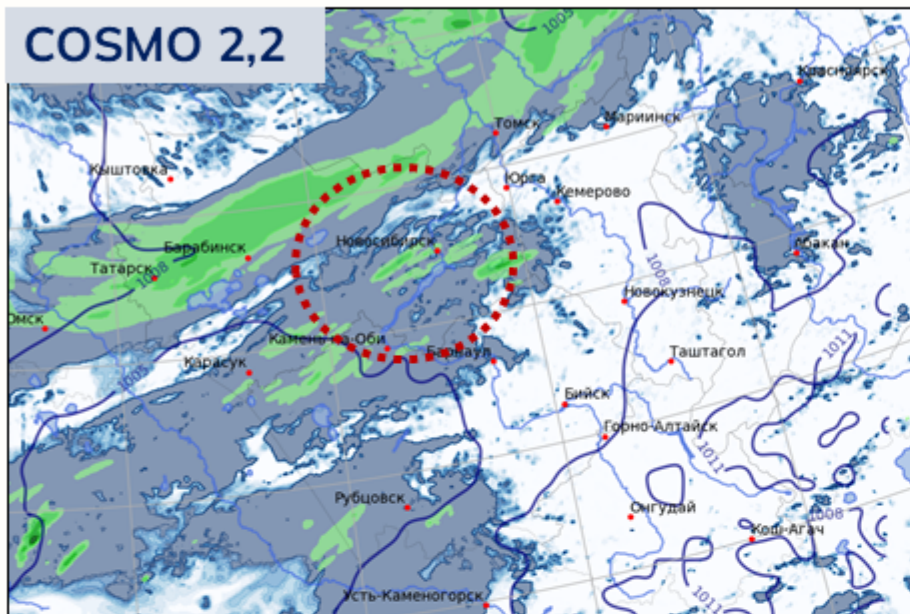
Предупрежденность (HIT) и отношение ложных тревог (FAR) для всех МС в пределах области прогнозирования для июня 2023 года (прогноз от 12 UTC)



- 1 Теплый старт с использованием данных ДМРЛ
- 2 Теплый старт без использования данных ДМРЛ
- 3 Холодный старт без использования данных ДМРЛ
- 4 COSMO с горизонтальным шагом сетки 6,6 км

Двойной штраф

09 UTC 10.08.2023



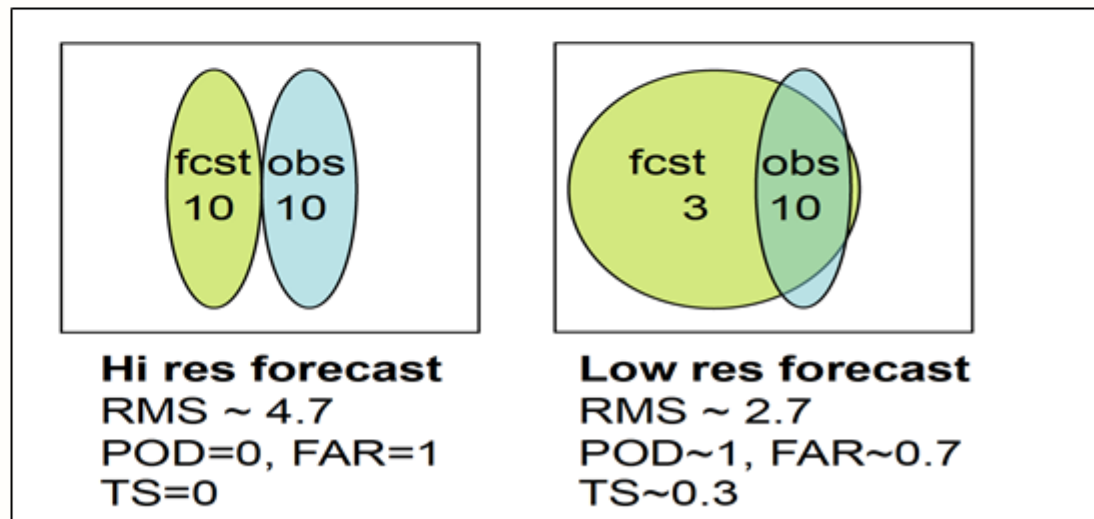
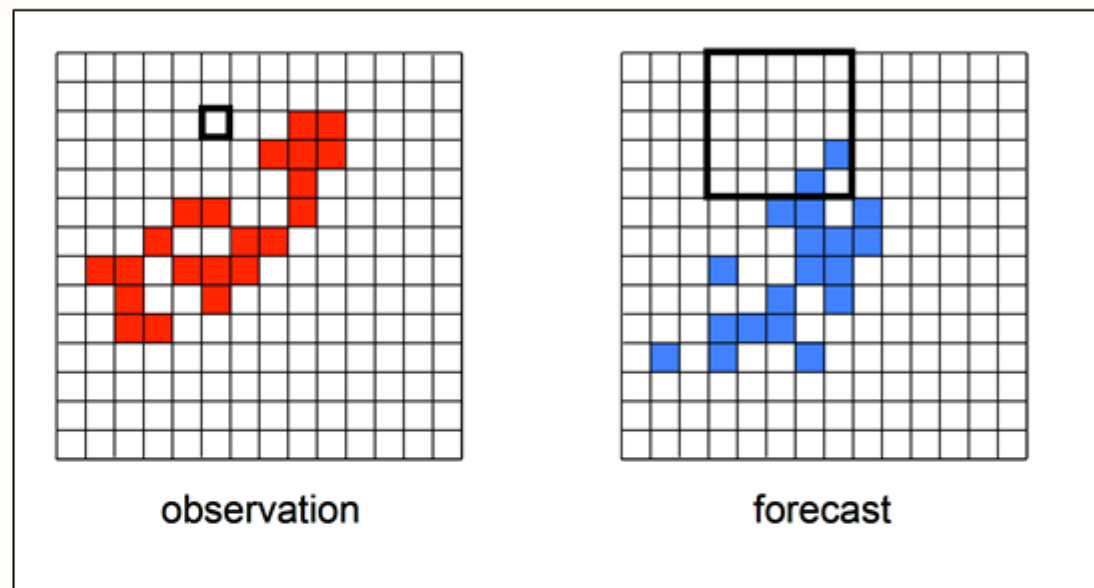
Оценка по пространственным долям (Fractional Skill Score – FSS)

FSS это пространственный метод верификации, который относится к группе окрестных методов верификации.

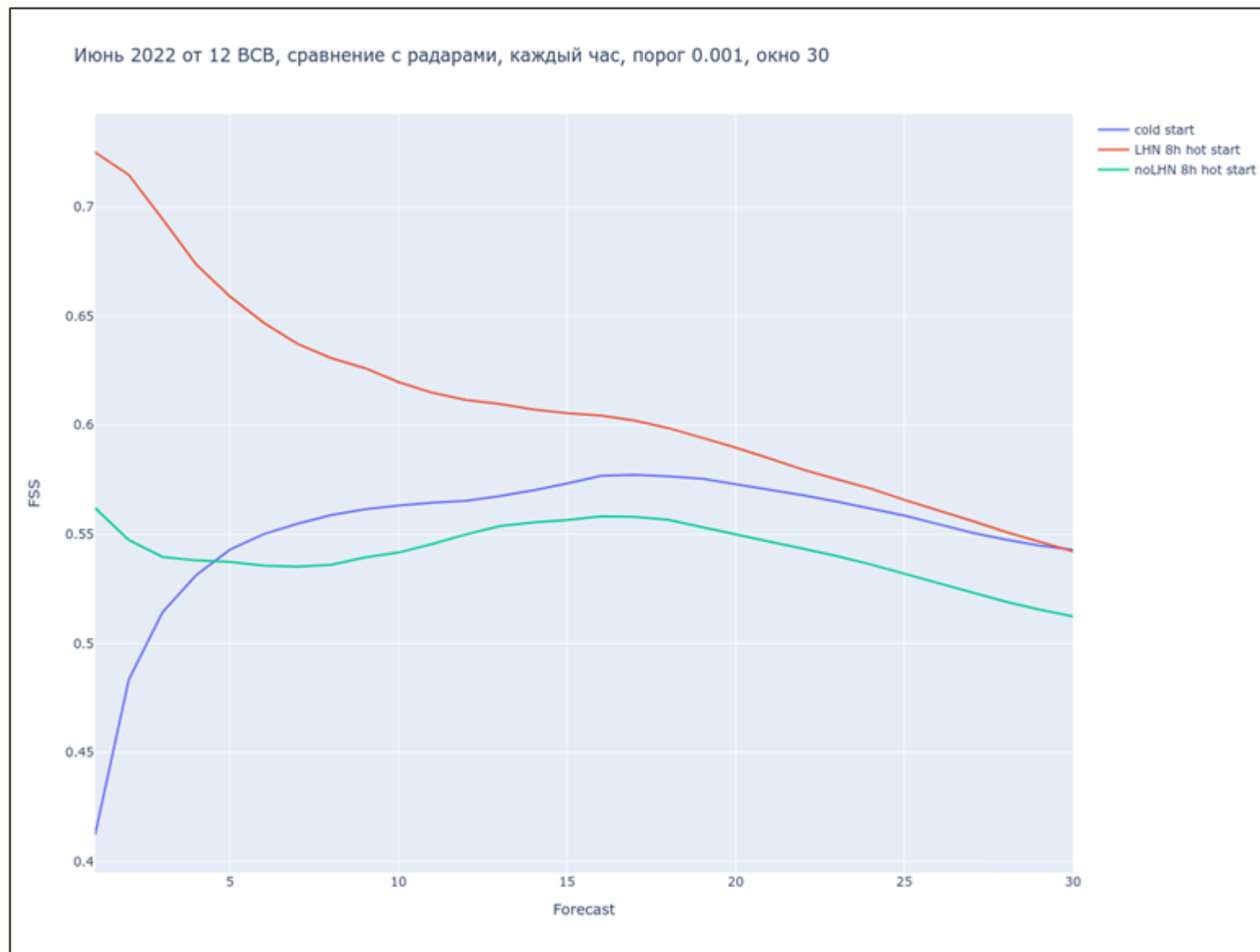
Рассматривается доля ячеек в окрестности, занятых явлением (P) в поле прогноза и поле наблюдений (явление чаще всего определяется с помощью порогового значения исследуемого метеоэлемента).

Изменяется в пределах от 0 до 1. В качестве наблюдений используются данные ДМРЛ.

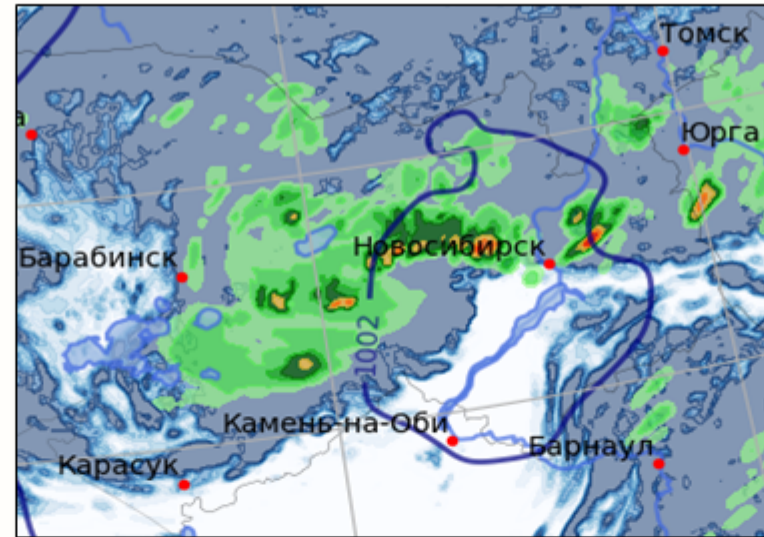
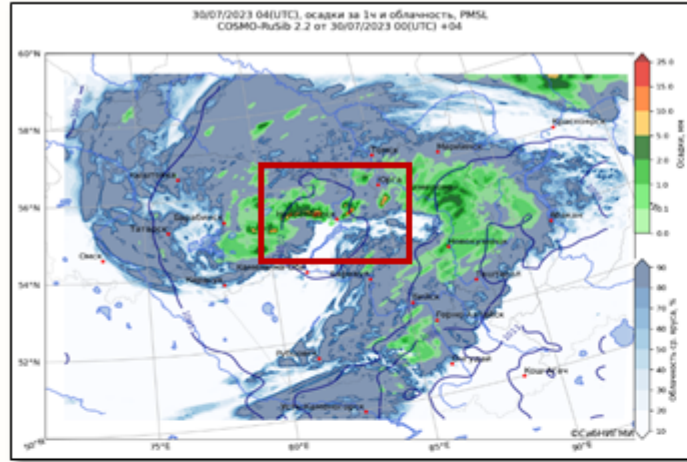
$$FSS = 1 - \frac{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (P_{fcst} - P_{obs})^2}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N P_{fcst}^2 + \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N P_{obs}^2}$$



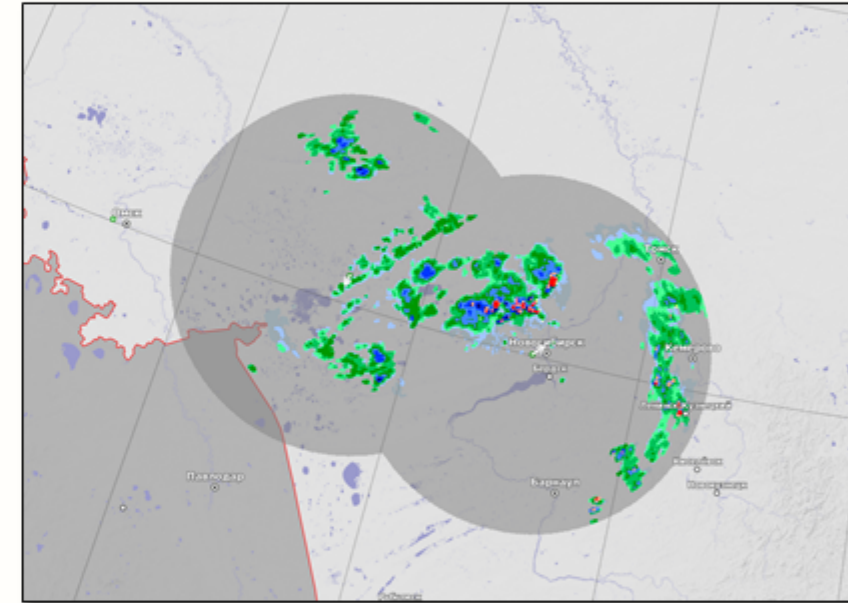
ДЛЯ ВСЕХ ОСАДКОВ



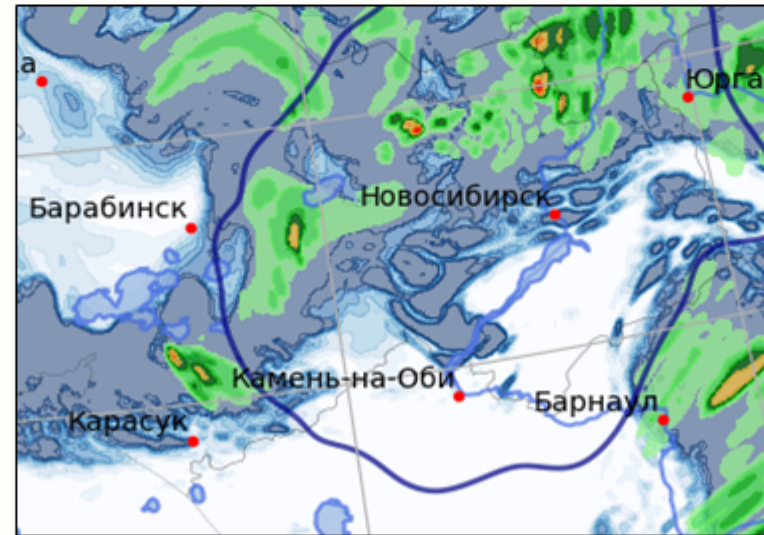
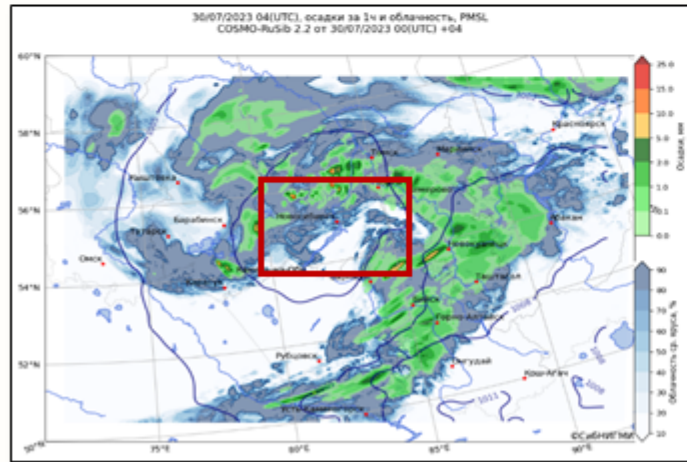
COSMO сверхкраткосрочный (ДМРЛ)
30.07.2023 04 UTC



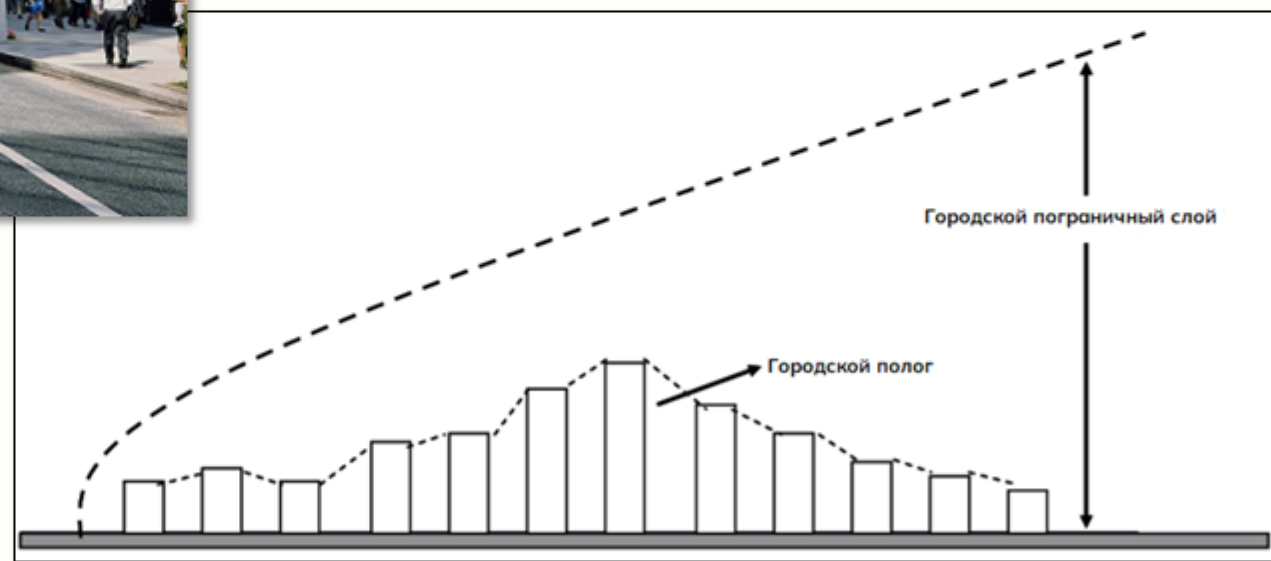
ДМРЛ 30.07.2023 04 UTC



COSMO ОЯ (без усвоения ДМРЛ)
30.07.2023 04 UTC



Что такое городской полог?

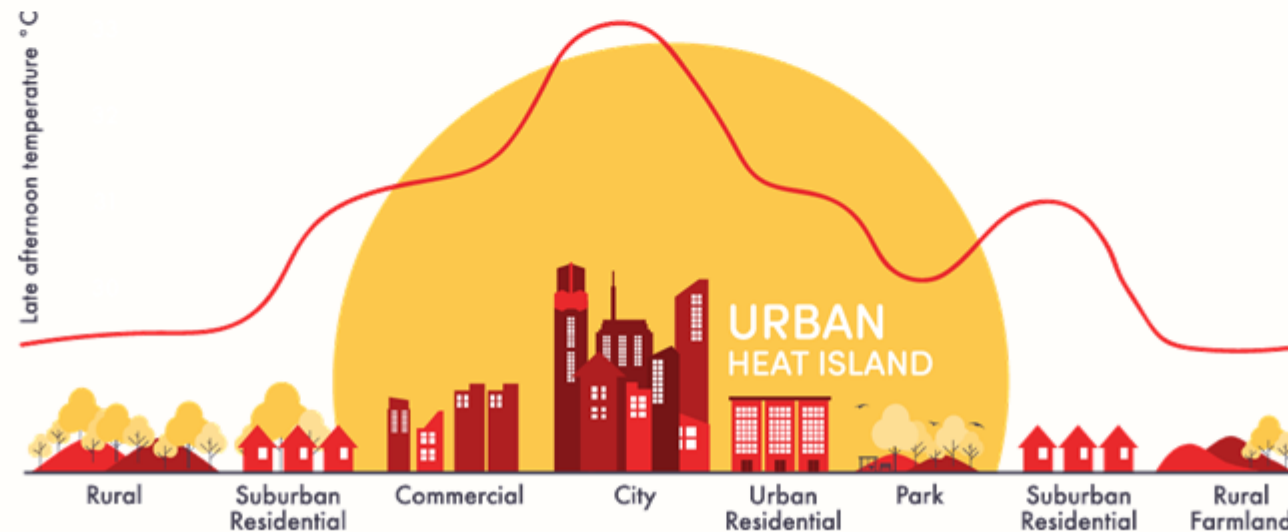


Почему это важно?

Особенности в термодинамических и физических свойствах городских поверхностей приводят к возникновению эффекта **городского острова тепла**, заключающегося в повышении температур (воздуха, поверхности земли, почвы) внутри города в сравнении с окружающими его внегородскими территориями.

Основным неблагоприятным последствием является тепловой стресс, испытываемый городскими жителями.

Также могут возникать трудности при прогнозе температуры воздуха для метеостанций, находящихся внутри городской территории.



Вычислительные эксперименты

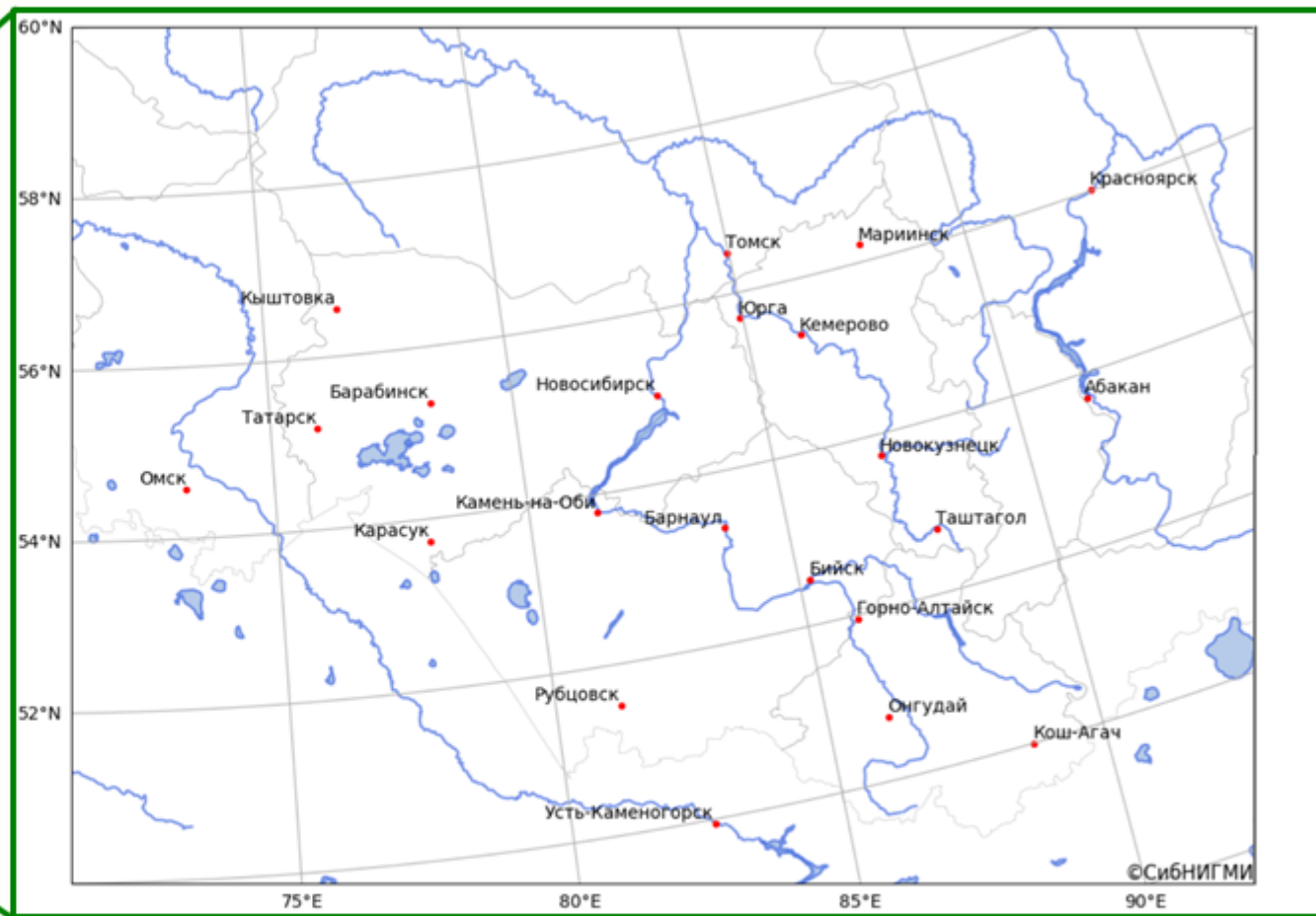
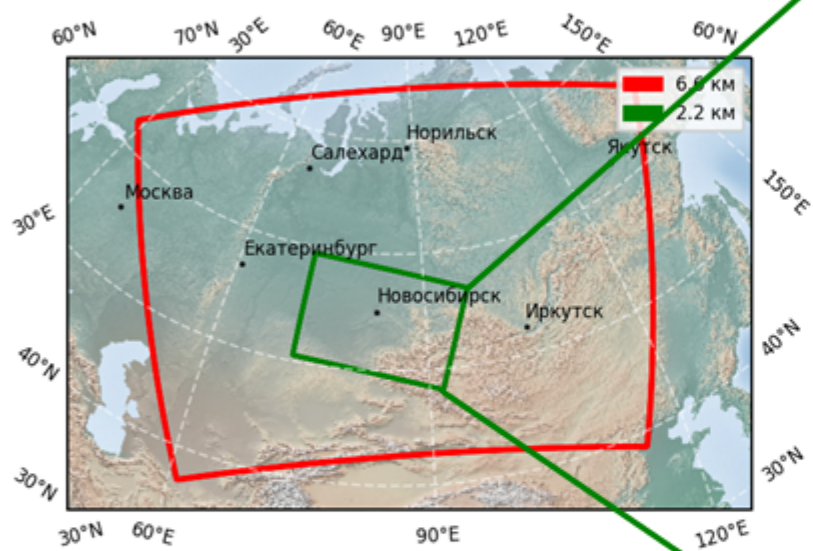
Выполнены для следующих месяцев:

- Январь 2023 года
- Июнь 2023 года

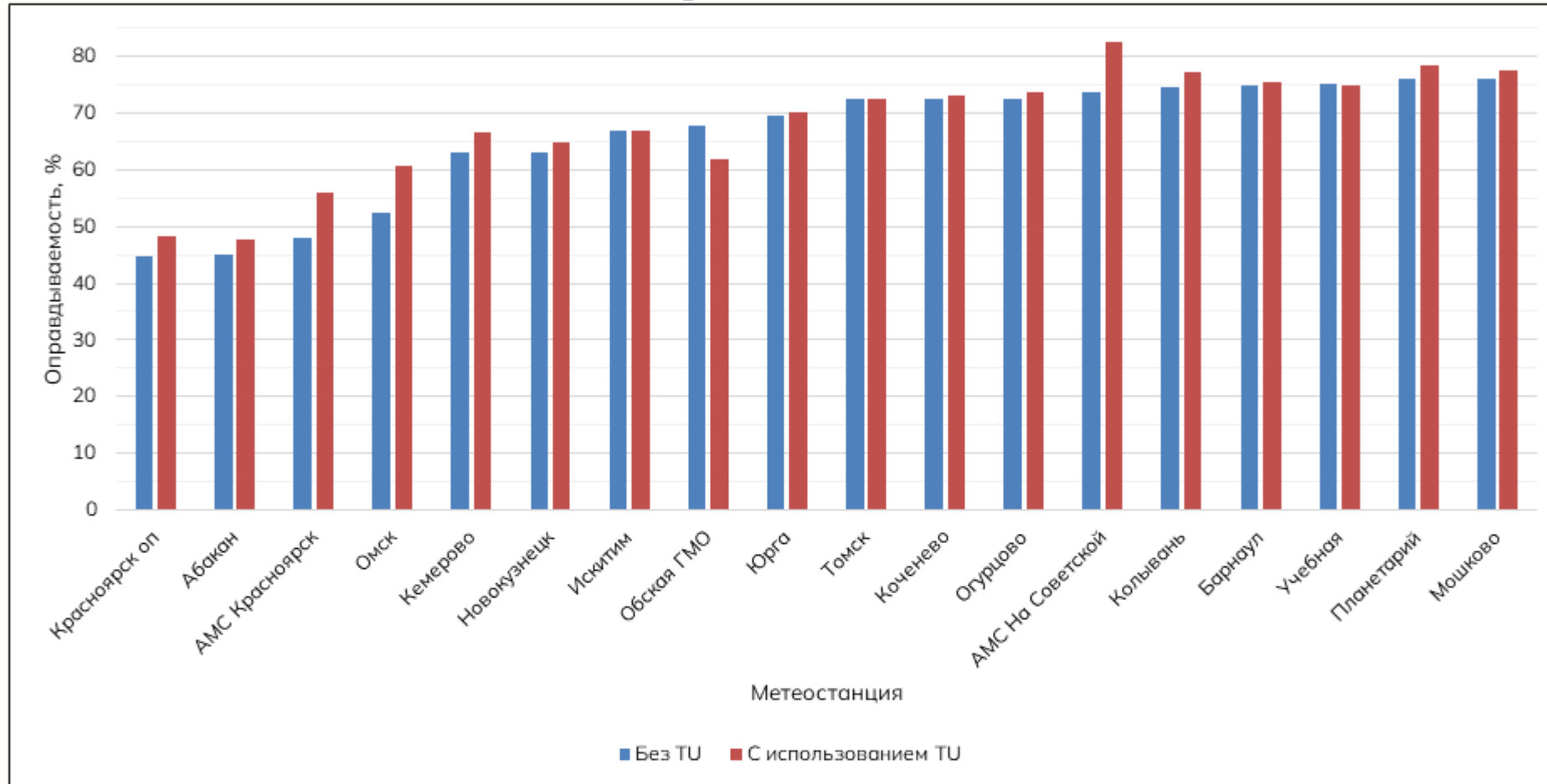
Прогнозы от 00 UTC.

Конфигурации:

- 1 Отключенная параметризация TERRA_URB. Без использования параметров городского полога;
- 2 С использованием параметризации городского полога TERRA_URB



Январь 2023 год

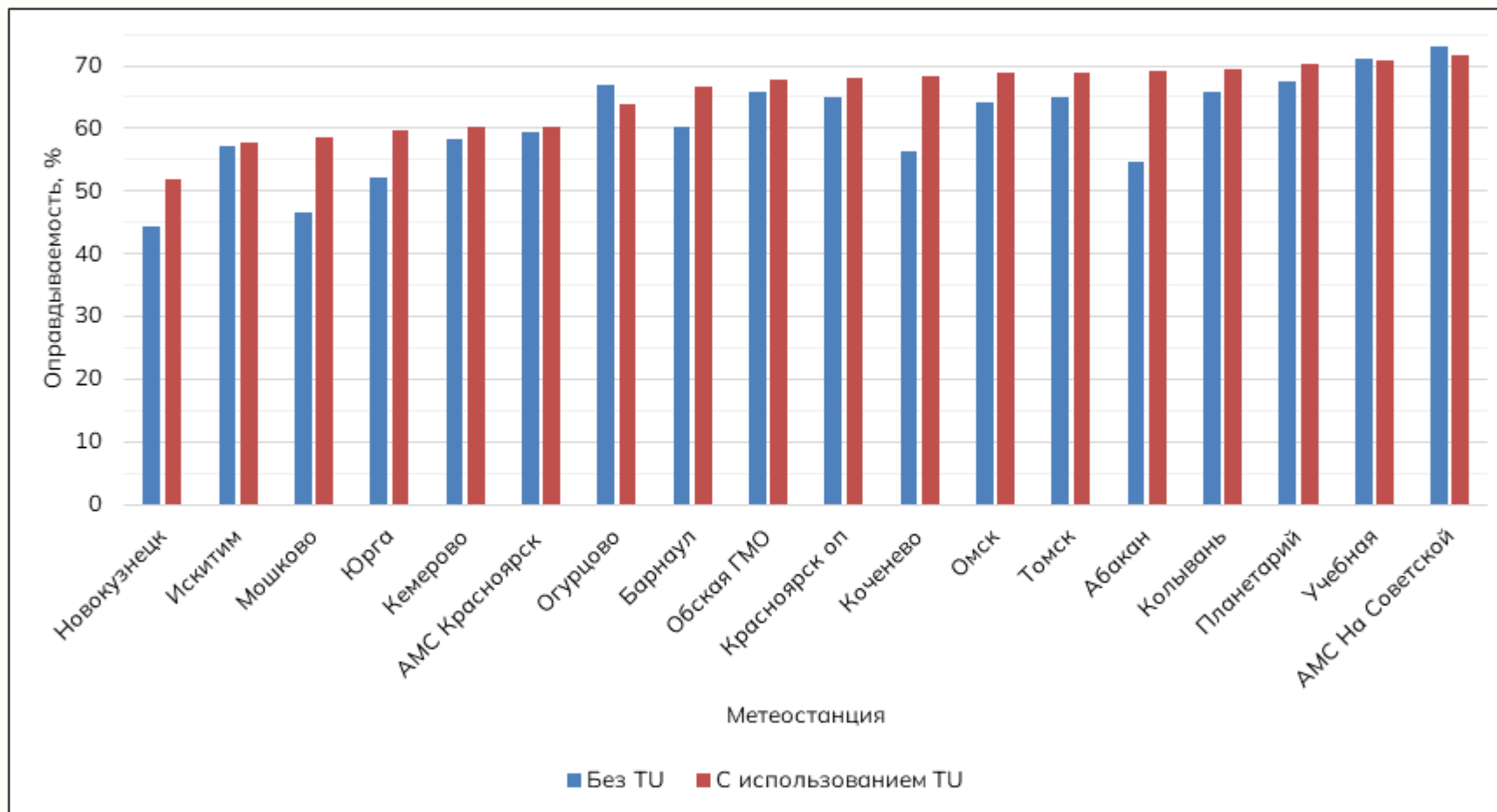


Представлены средние значения оправдываемости для всех заблаговременностей P_t для всех метеостанций крупных городов в пределах области прогнозирования.

$$P_t = \frac{N_i}{N} \cdot 100\%, \text{ где}$$

где N_i — количество прогнозов, в которых отклонение прогностической температуры воздуха от фактической не превышает заданного предела ($\leq 2^\circ\text{C}$),
 N — общее число узлов.

Июнь 2023 год



**Для всех метеостанций крупных городов в пределах области прогнозирования
(всего 18 метеостанций)**

Январь 2023 год			
Конфигурация	Показатели качества		
	RMSE, °C	BIAS, °C	Pt < 2°C, %
Без параметризации	2,57	-0,40	66
С использованием TU	2,52	0,23	68

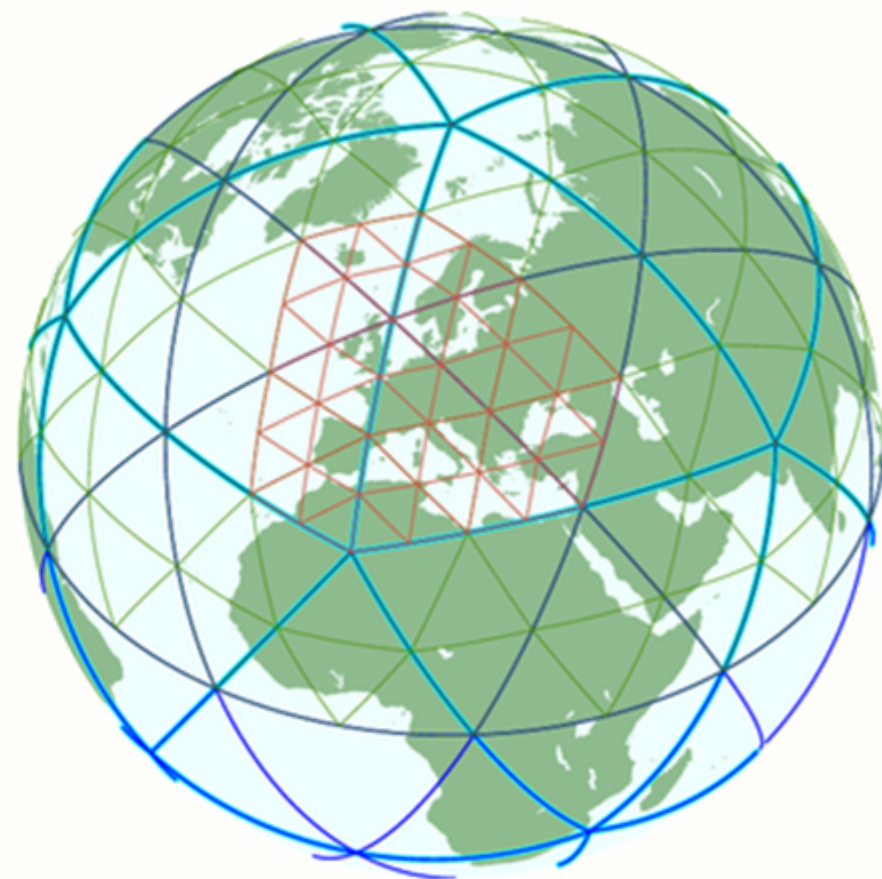
Июнь 2023 год			
Конфигурация	Показатели качества		
	RMSE, °C	BIAS, °C	Pt < 2°C, %
Без параметризации	2,60	1,30	61
С использованием TU	2,35	0,70	65

Переход к использованию ICON

ICON (ICOsahedral Nonhydrostatic model)

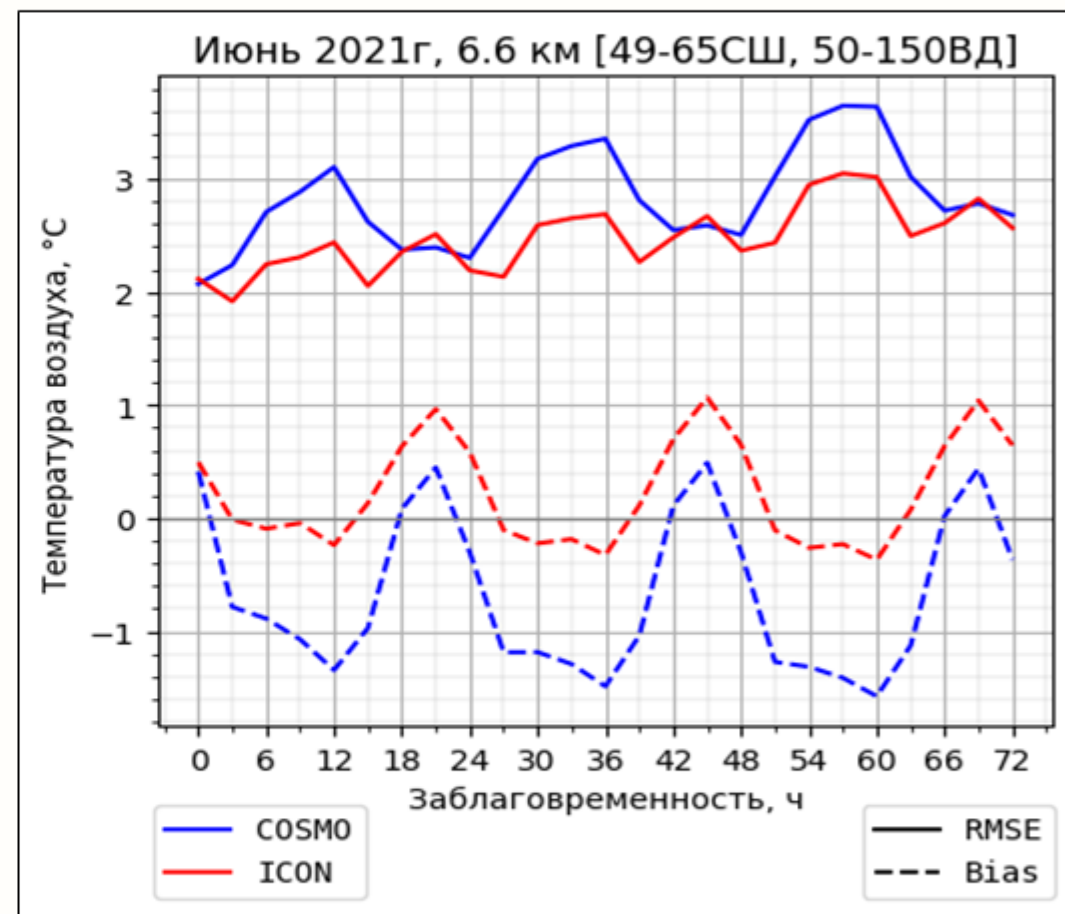
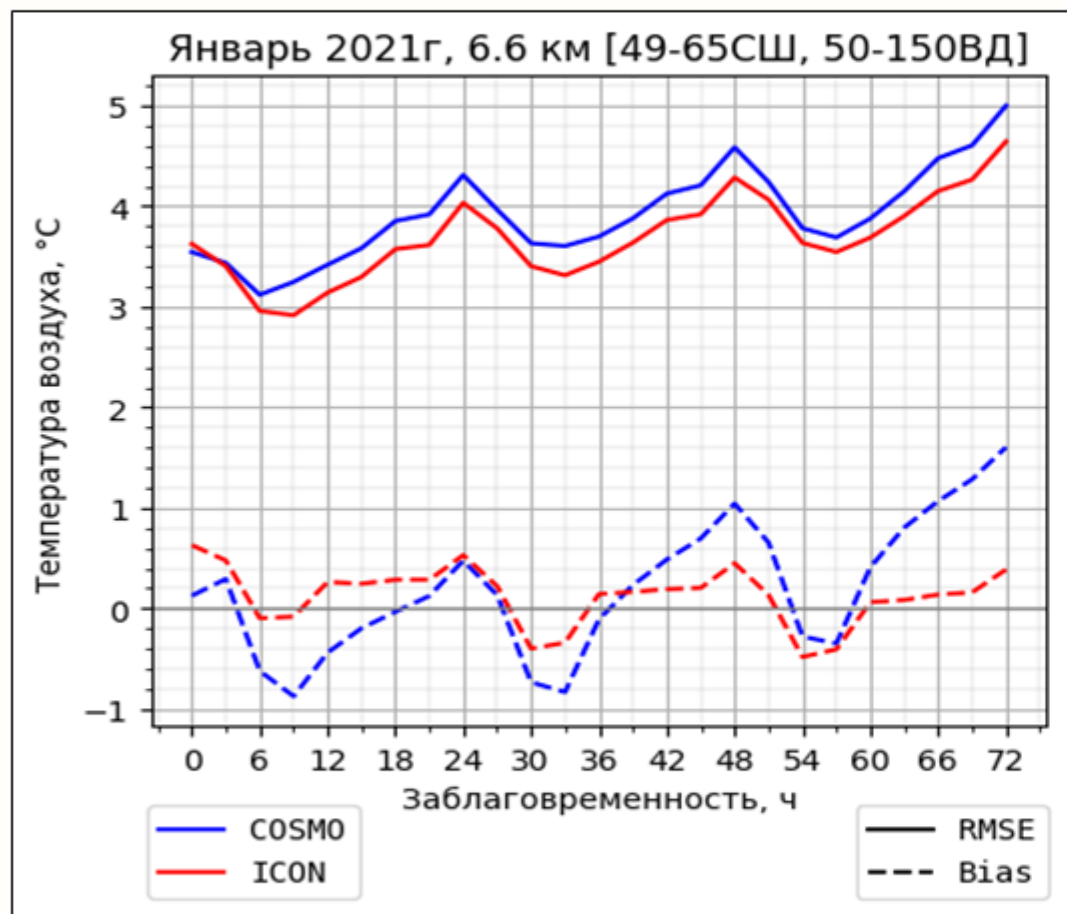
Представляет из себя совместный проект Немецкой службы погоды (DWD) и Института метеорологии Макса Планка (MPI-M).

Одной из особенностей модели является использование икосаэдральной сетки, состоящей из треугольников, что отличает ее, например, от COSMO.

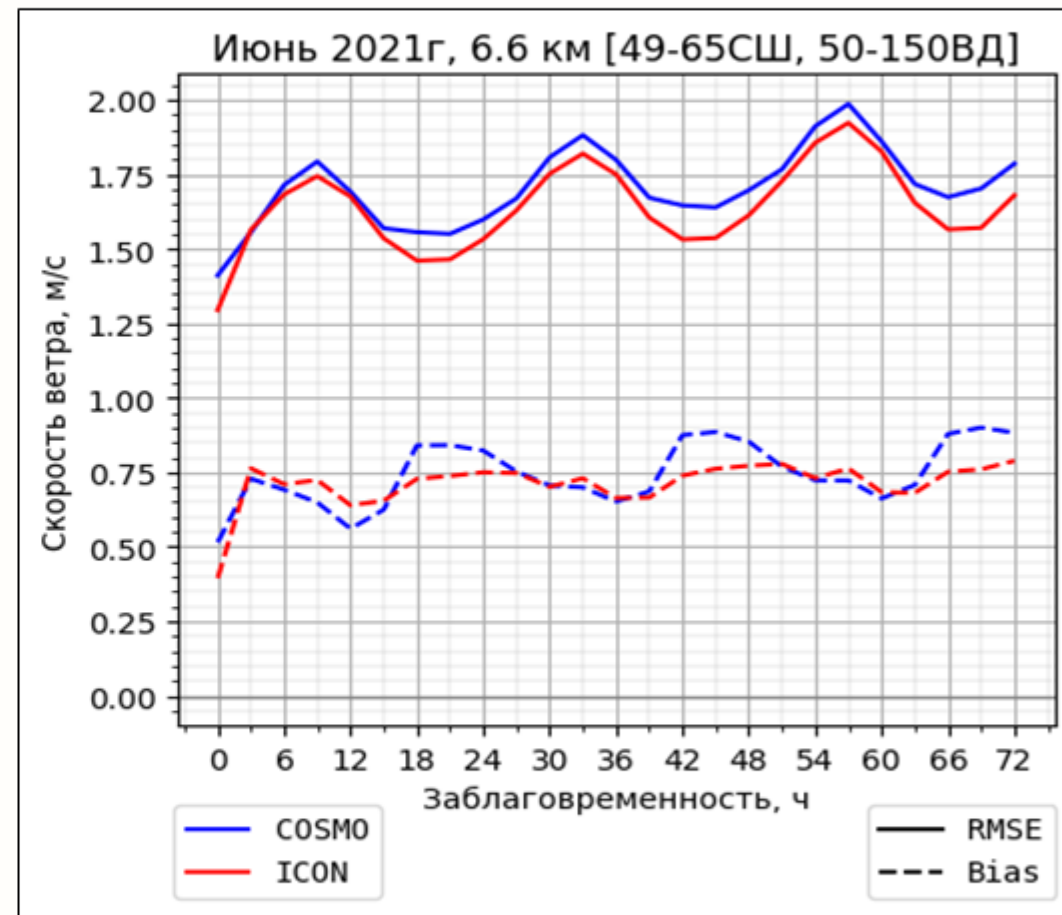
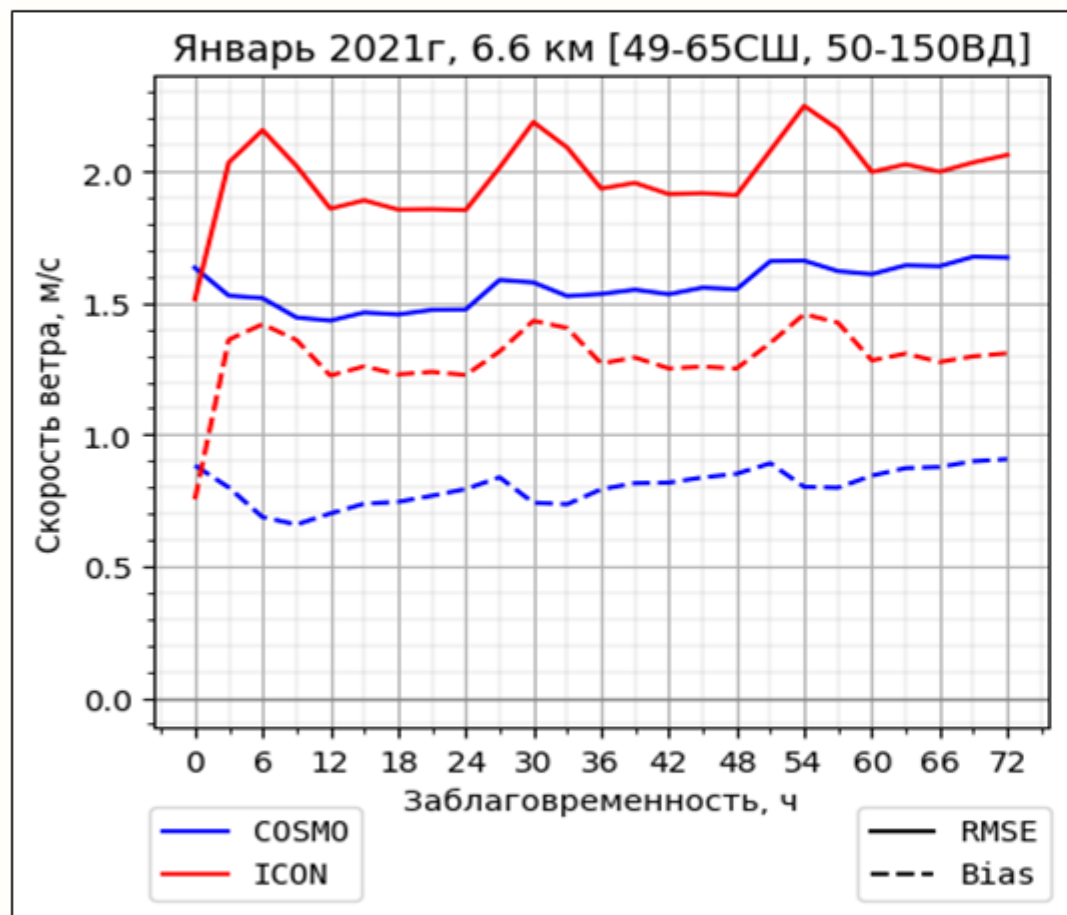


Результаты верификации ICON для 2021 года, сравнение с COSMO

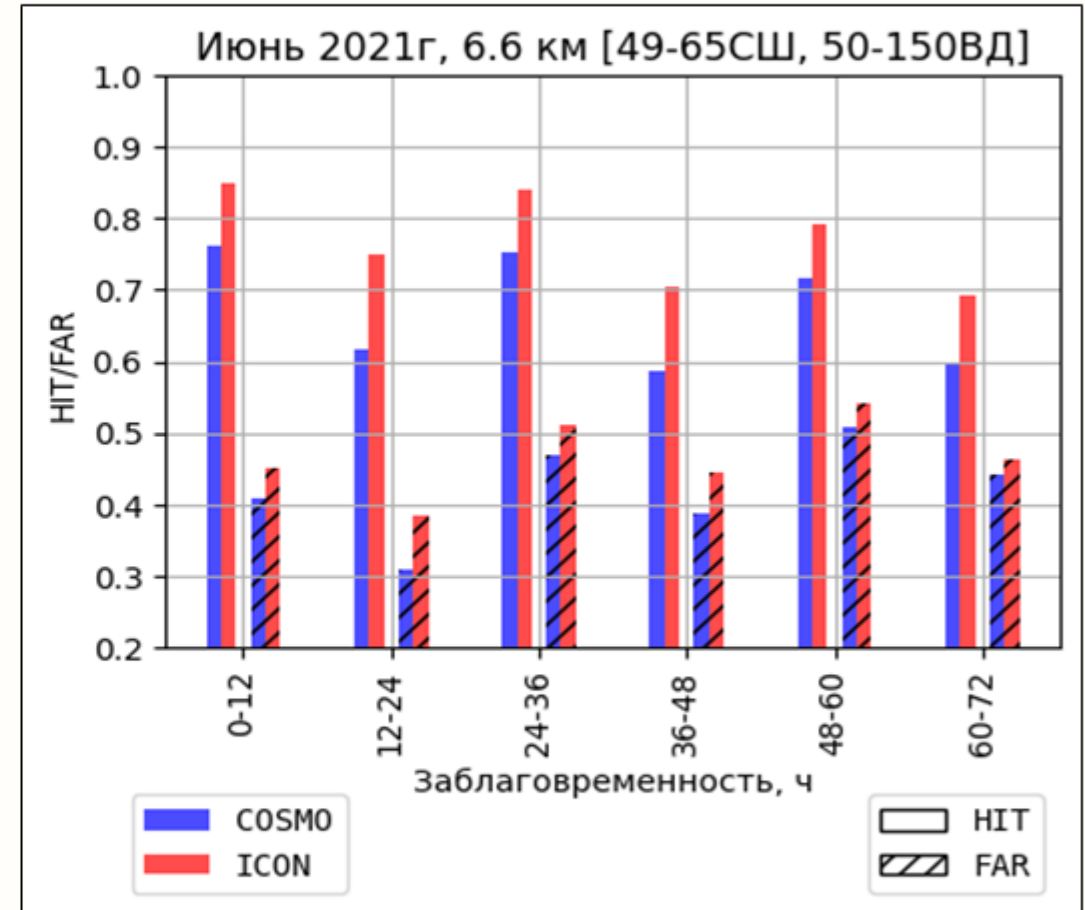
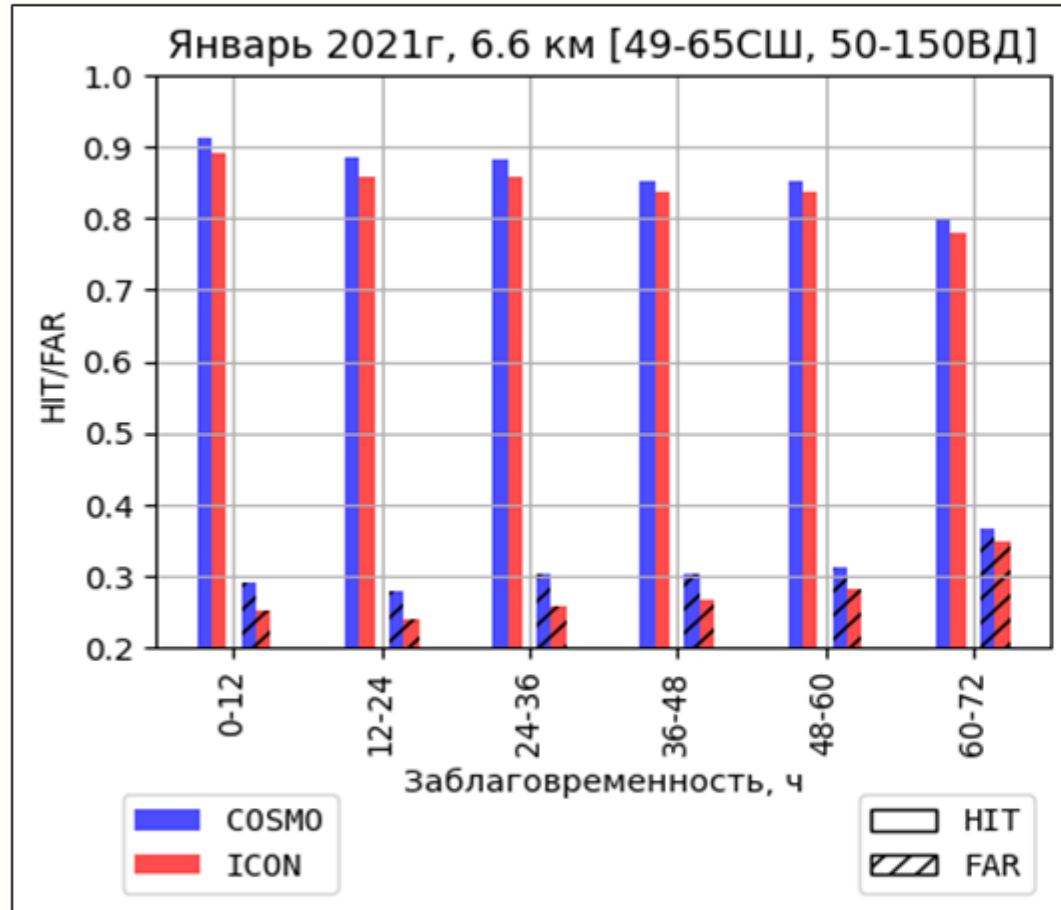
Температура воздуха



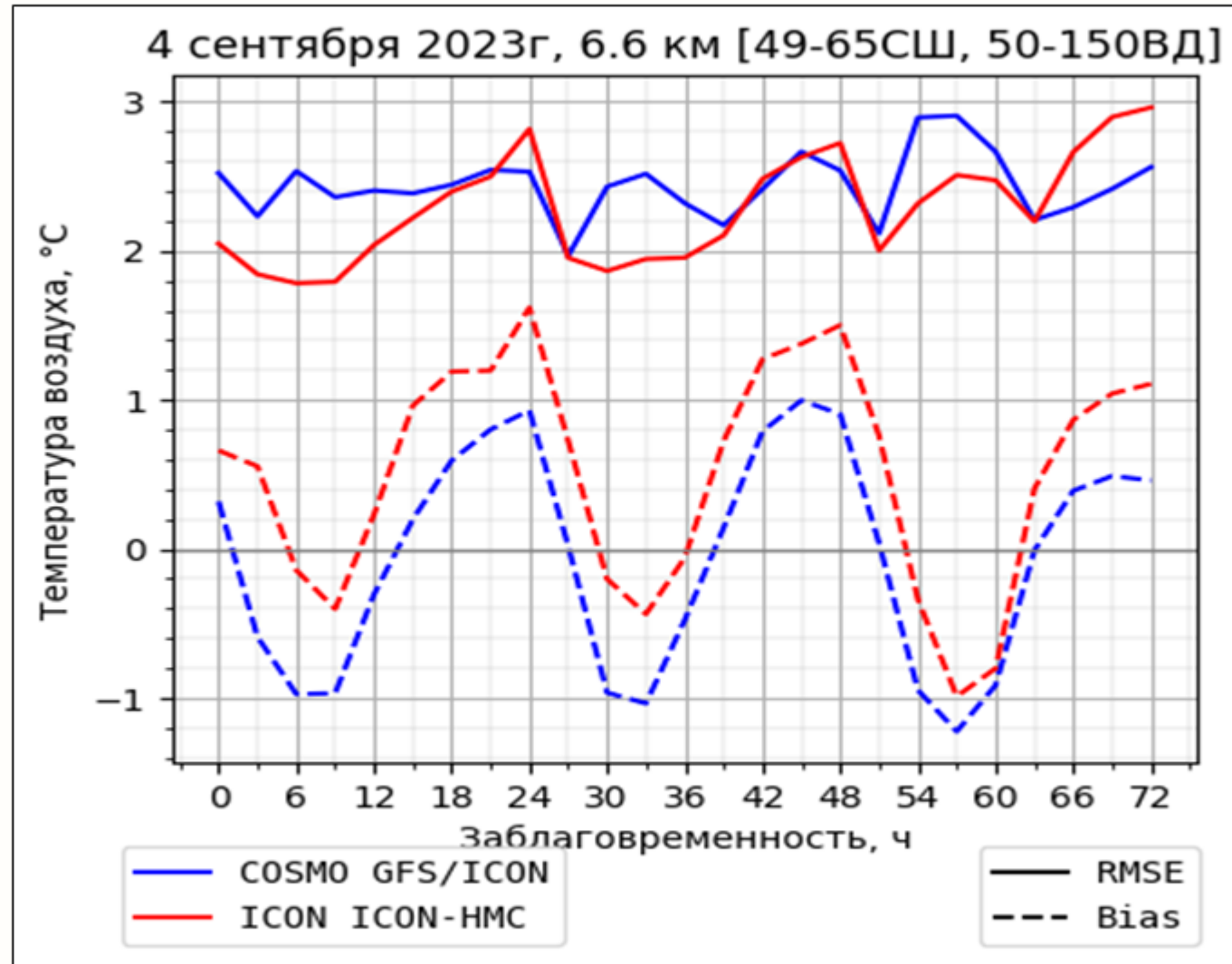
Скорость ветра

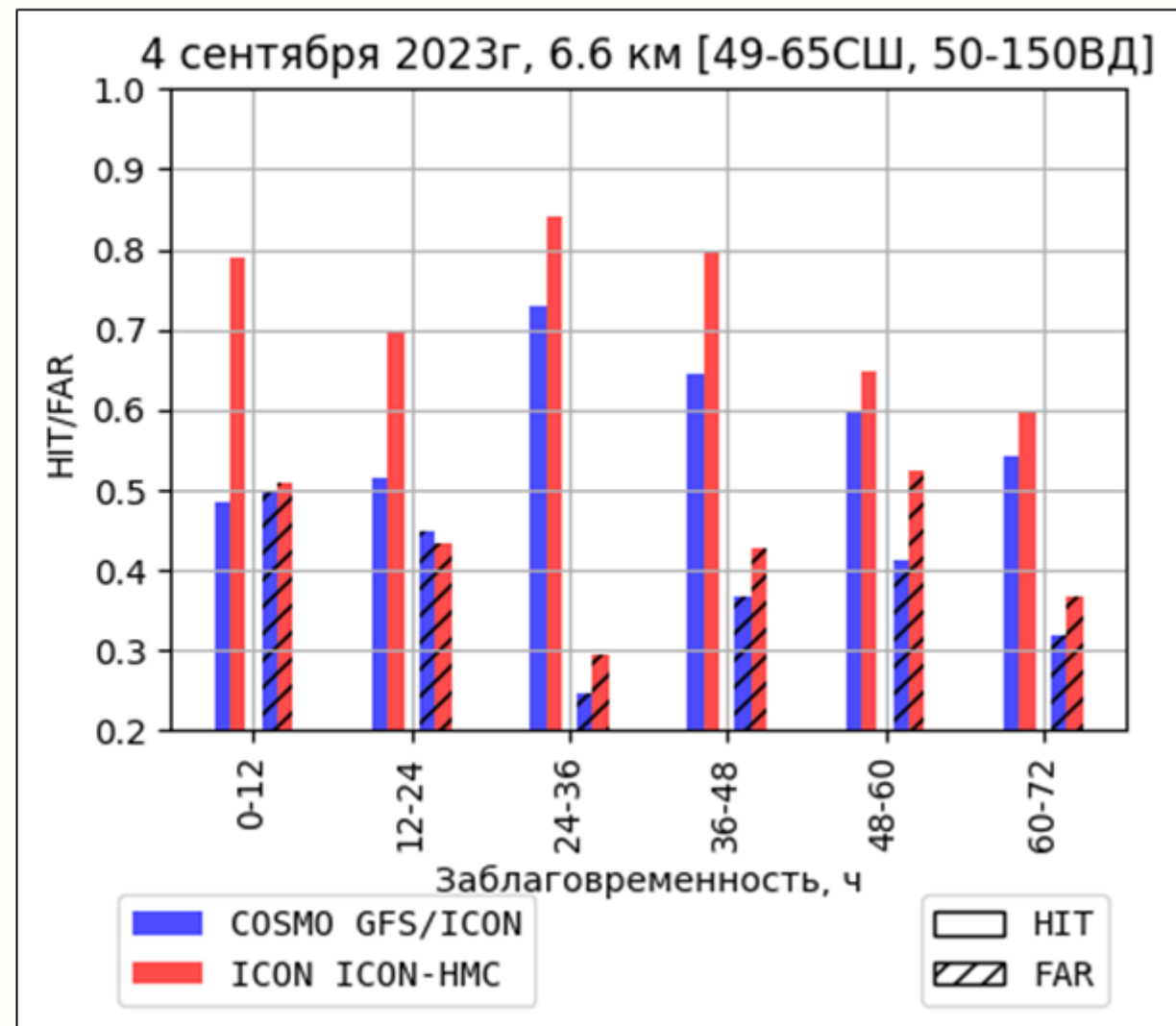
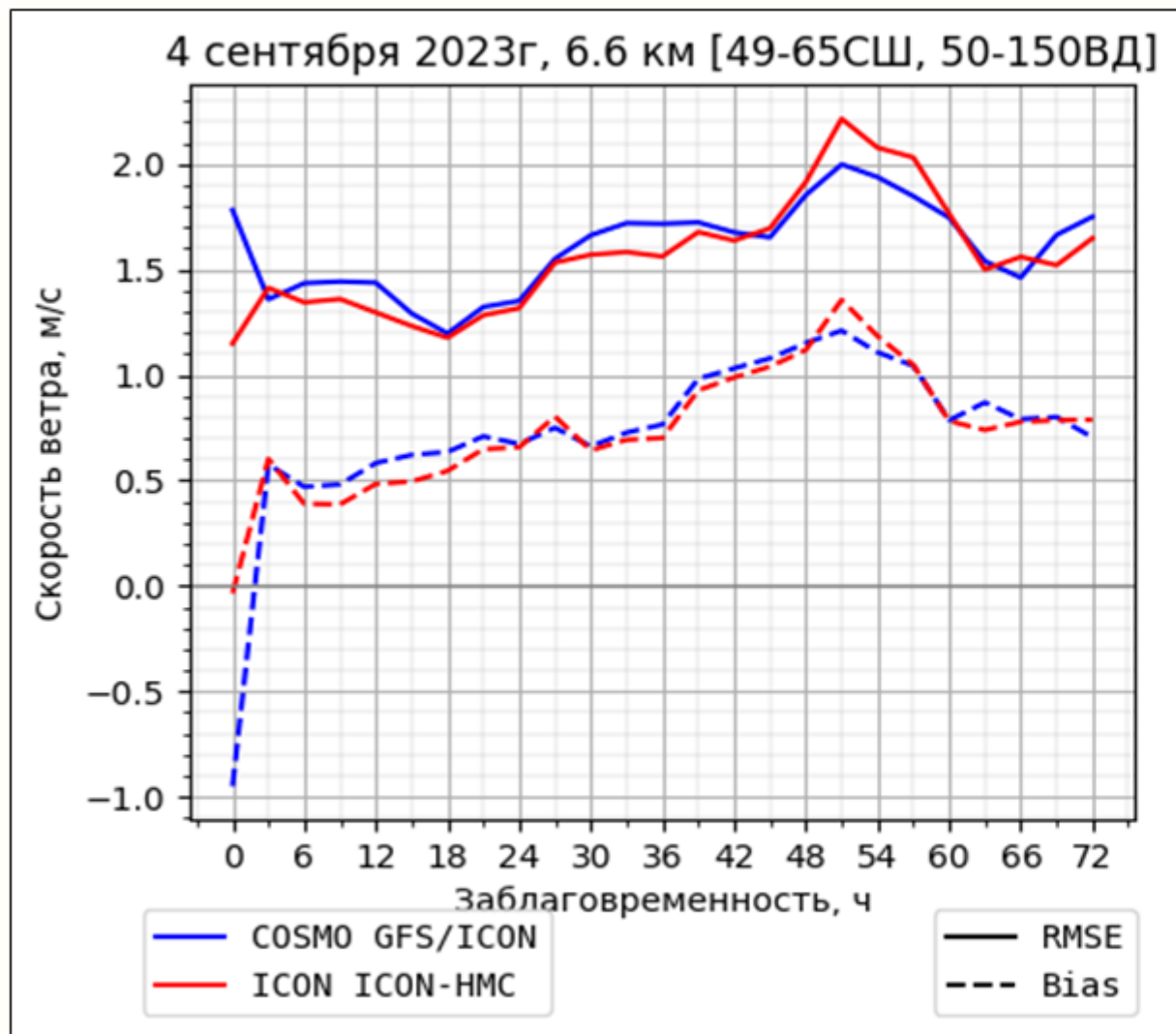


Осадки



Начальное поле от ICON_{ГМЦ} и GFS/ICON. Прогноз 6.6 км от 4 сентября 2023 00 UTC





Планы и предложения

- Для увеличения скорости расчета конфигураций COSMO-RuSib с горизонтальным шагом сетки 6.6 и 2.2 и не рассчитывать COSMO 13.2
- Увеличить заблаговременность сверхкраткосрочного прогноза с усвоением данных ДМРЛ до 24 часов или производить расчет каждые 3 часа

Спасибо за внимание