



ФГБУ «Гидрометцентр России»

Учащенное усвоение данных и сверхкраткосрочный численный прогноз погоды в конфигурации COSMO-Ru2By

Блинов Д.В., Ривин Г.С., Кирсанов А.А., Бундель А.Ю., Смирнов А.В.

denisblinov@ya.ru

<http://u2019.meteoinfo.ru/services/nowcasting/>



Содержание

1. Раскручивание (spin-up) в конвективно разрешающих моделях
2. Зарубежные системы быстрого обновления прогнозов
3. Региональная система усвоения данных (СУД) для COSMO-Ru
4. Результаты тестирования учащенного выпуска прогнозов
 - Верификация прогнозов осадков
 - Верификация прогнозов других явлений погоды
5. Заключение
6. Перспективы

Мотивация

Региональное моделирование используется для детализации расчетов глобального численного прогноза погоды.



В качестве начальных данных для региональной модели используются поля, полученные на более грубой сетке (часто данные из глобальной модели).

Таким образом, в начале расчетов региональной модели возникает несогласованность между разрешающей способностью модели и начальными условиями. Старт по таким данным называется **«ХОЛОДНЫМ»**.

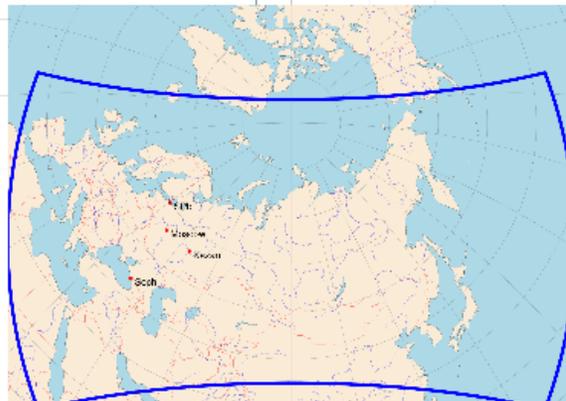
Период времени, когда данные и модель приспособляются друг к другу называется spinup (раскручивание/разгон). В этот период времени успешность прогноза может быть существенно ниже и даже хуже, чем прогнозы на большие заблаговременности.

Исключить такой период разгона из прогноза можно проводя **«теплый старт»**. В этом случае начальные условия подготавливаются под конкретную модель, используя усвоение данных.

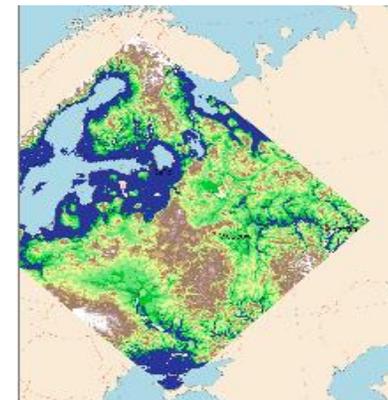
Холодный старт для COSMO-Ru2By (до 2020 г.): Начальные и граничные условия



Globe: 13 км



COSMO-ENA6



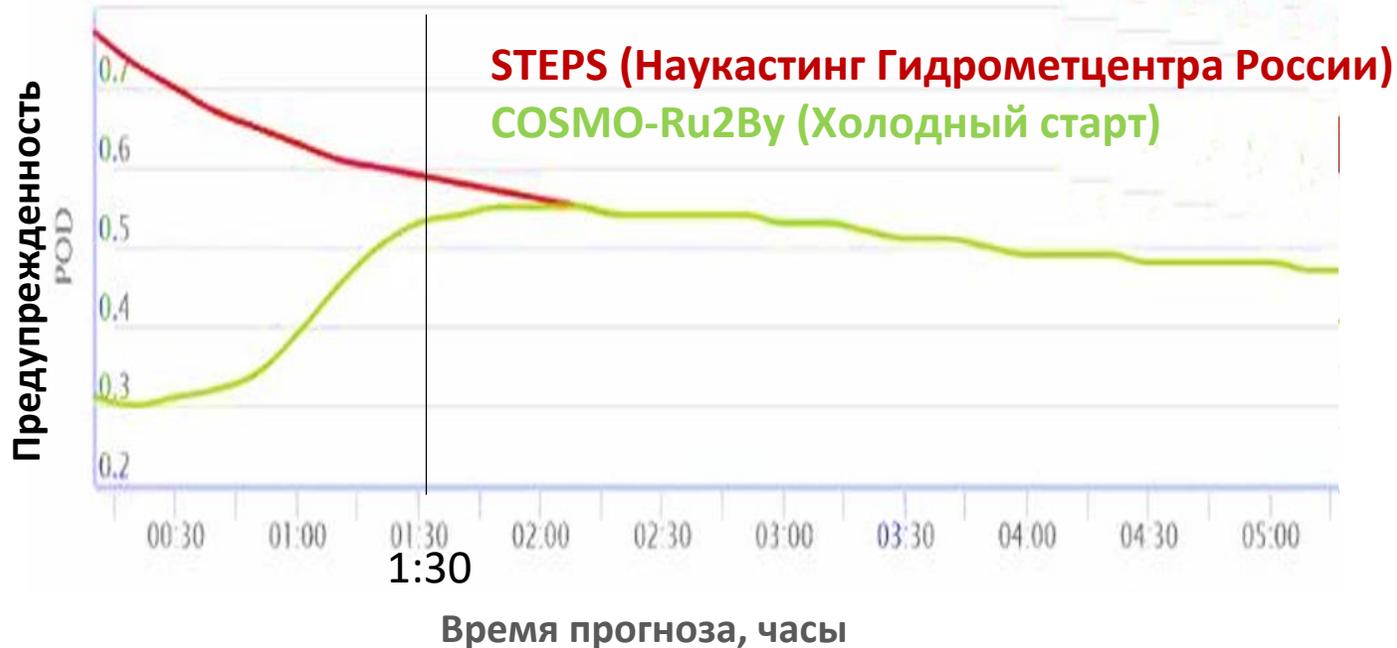
COSMO-Ru2By

- Глобальный расчет (13 км) – 174 часа
- Расчет региональный - 120 часов
- Расчет конвективно-разрешающий - 48 часов

Время «разгона» зависит от степени различий входных данных и целевой модели – размера сетки, номенклатуры входных данных, используемых параметризаций.

К примеру, для модели WRF с горизонтальным шагом 3(10) км при разгоне с данных ERA5 (30 км) для экстремальных осадков минимальный период разгона - 12 часов, оптимальный – 48 (Liu Y., 2023).

Оценки успешности прогнозов осадков для COSMO-Ru2By и STEPS Гидрометцентр



Верификация прогнозов осадков за
10 минут по радиолокационным
данным:

Период: 01.05.2020-30.09.2020

Порог – 0.0 мм

*Оценки предоставлены А.В. Смирновым
(Гидрометцентр России)

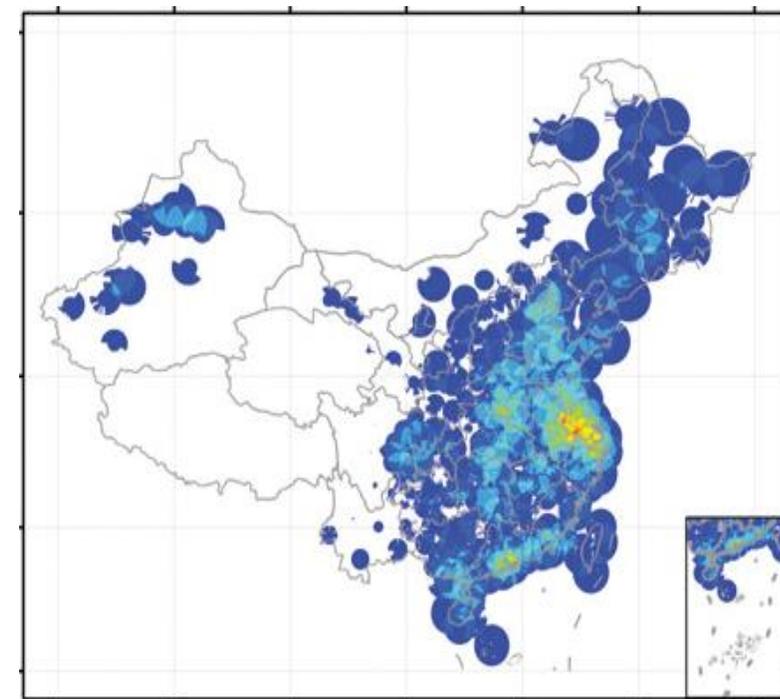
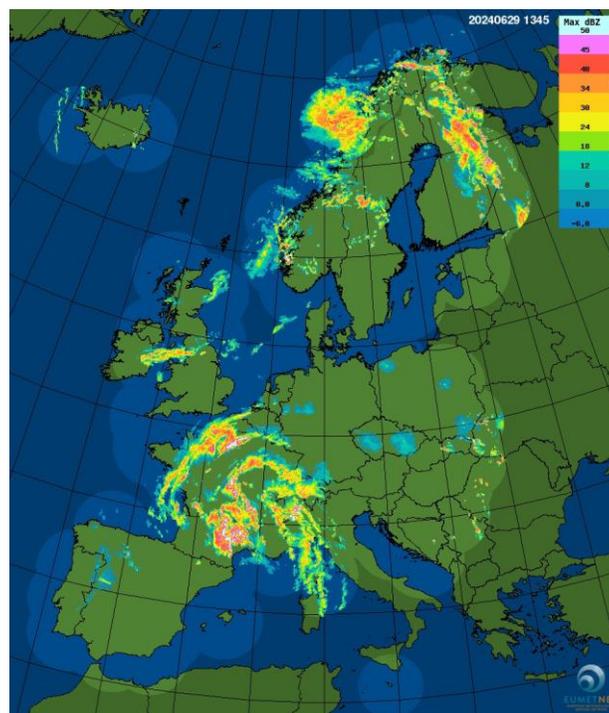
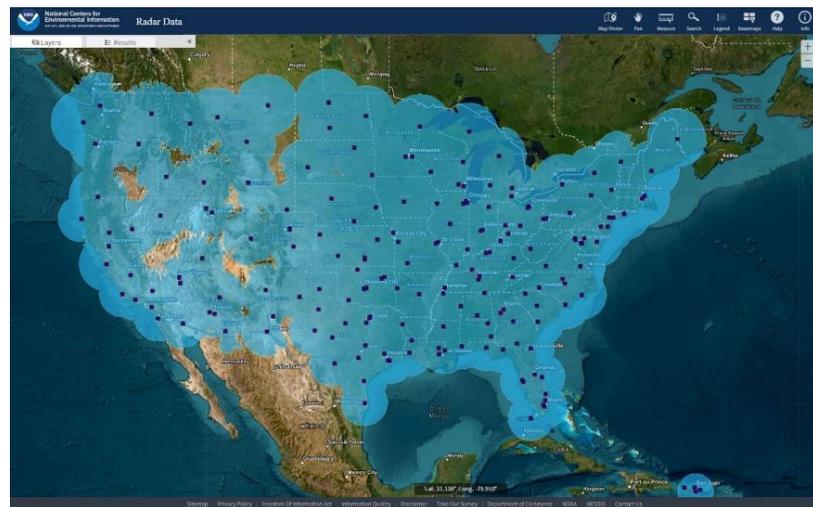
Период «раскручивания» осадков в
конфигурации COSMO-Ru2By при
холодном старте составляет – 1.5 часа.

Зарубежные радиолокационные сети и модельный сверхкраткосрочный прогноз

NEXRad

Opera

CINRad



HRRR
(Dowell, 2022)

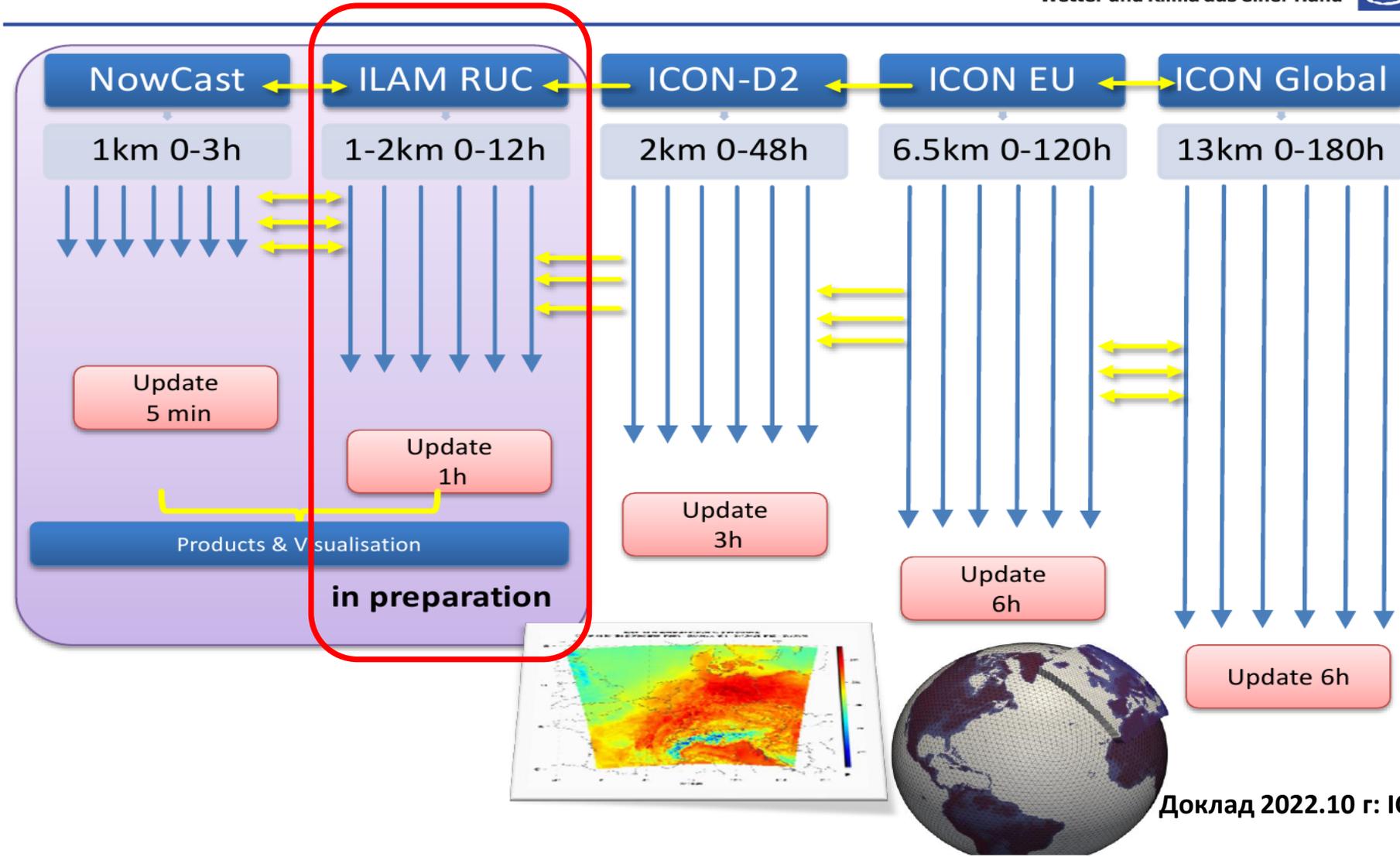
ICON-D2-RUC

SWAN/HRRR

Advances in Meteorology, Volume: 2019, Issue: 1, First published: 16 June 2019, DOI: (10.1155/2019/5789358)

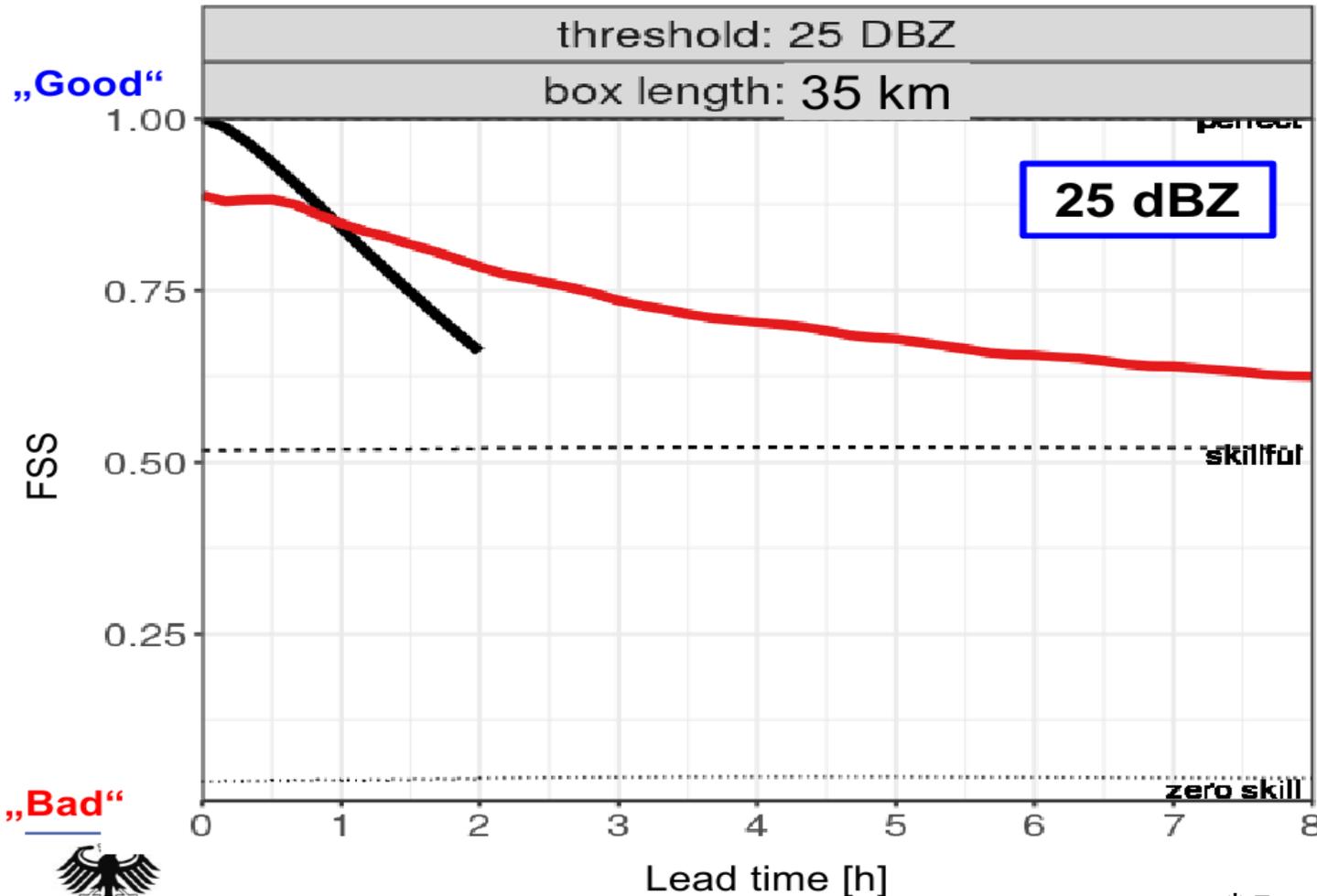
Оперативная система численного прогноза погоды DWD

(ICON) forecast configurations



STEPS и ICON-RUC в немецкой службе погоды

Verification **reflectivity** STEPS-Nowcasting and **SINFONY-RUC**
vs. **radar** in 06/2022



Time period: 01.06. – 30.06.2022

Forecast runs: 10, 11, 12, ... ,15 UTC
(deterministic)

Parameter: Radar reflectivity (dBZ)

Score: fraction skill score (FSS)

— STEPS-DWD Nowcasting (det)

— ICON-D2-RUC det, 2 km, LHN + 3D-rad

„Bad“



SINFONY

* Доклад Ulrich Vlahak на ICCARUS-2024

Возможности усвоения данных в консорциуме COSMO

Метод	Данные наблюдений	Применимость
Nudging (Schraff C., 2021)	SYNOP, TEMP, SHIP, AIREP, PILOT и др. точечные данные или профили	COSMO
Latent heat nudging (LHN) (Stephan K., 2008)	Радиолокационные данные (интенсивность осадков)	COSMO, ICON-LAM
LETKF KENDA (Km-scale ENsemble-based Data Assimilation) *С 2015 года в DWD	SYNOP, TEMP, и др. Радиолокационные данные	Ансамблевая система: COSMO, ICON

(Блинов и др., 2024, МиГ, №7)

Latent Heat Nudging: основная идея

осадки ← конденсация ←
вертикальные движения

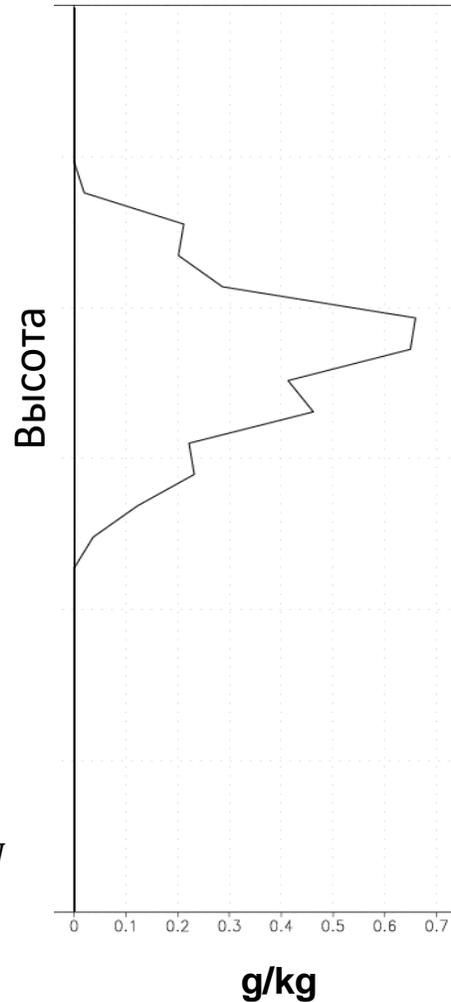
Корр. Множитель :

$$\alpha = \frac{RR_{obs}}{RR_{mod}}$$

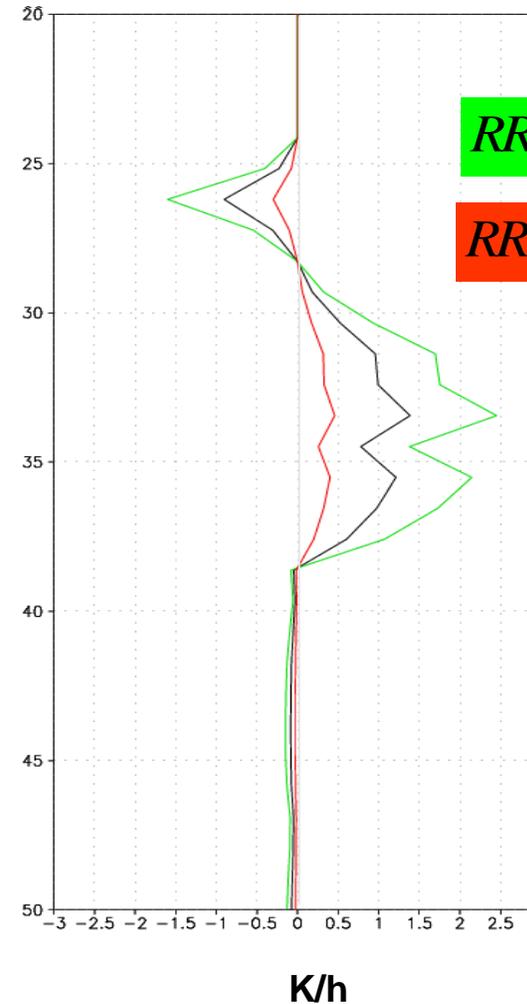
$$\Delta T_{LHN} = (\alpha - 1) \cdot \frac{1}{c_p} \Delta\{L_H(l)\}$$

$$\frac{\partial T}{\partial t} = F(T) + \left(\frac{\partial T}{\partial t}\right)_{nudging} + \left(\frac{\partial T}{\partial t}\right)_{LHN}$$

Содержание
облачной влаги



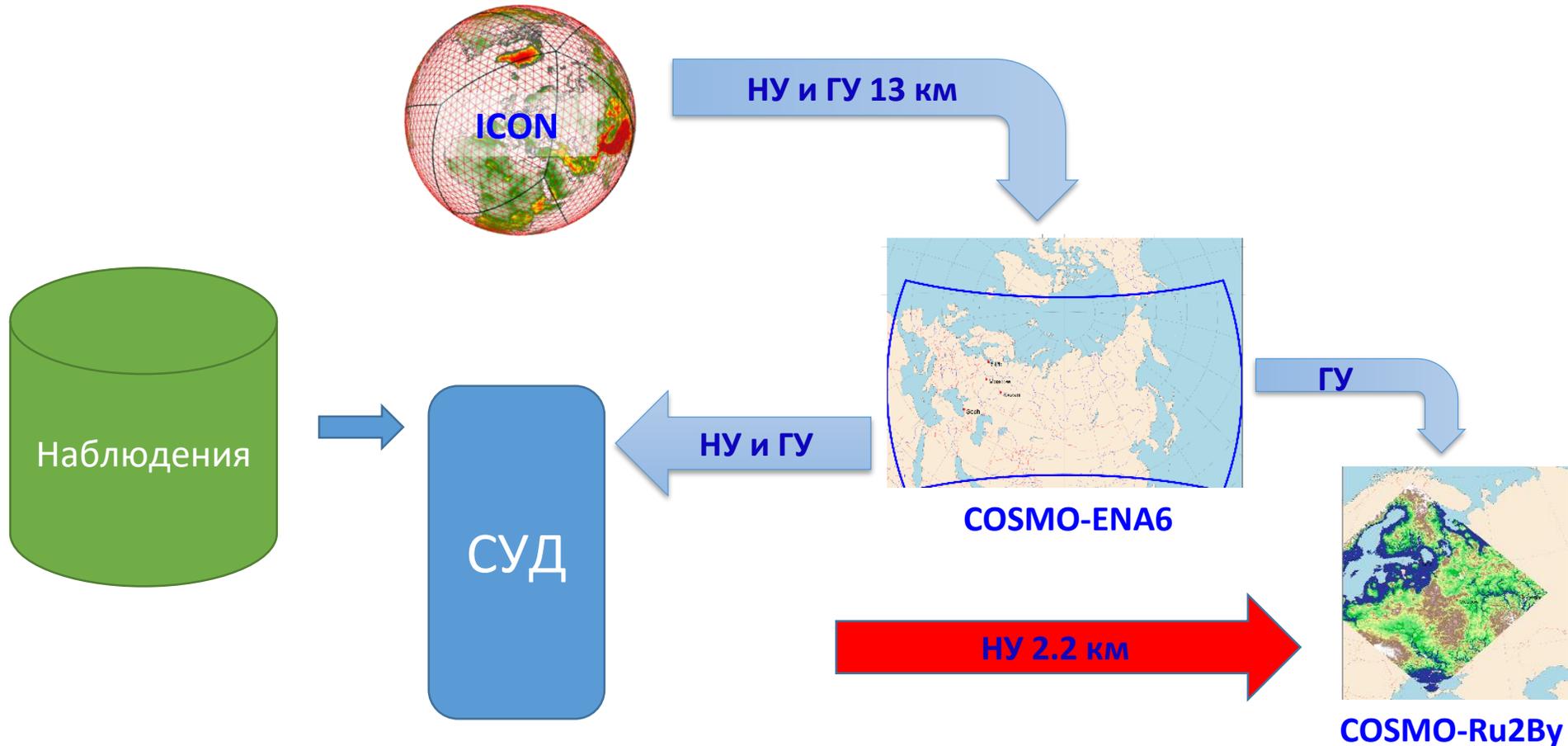
Высвобождение скрытой
теплоты



Поправка
температуры (LHN)



Теплый старт для COSMO-Ru2By (с 2021 г.):



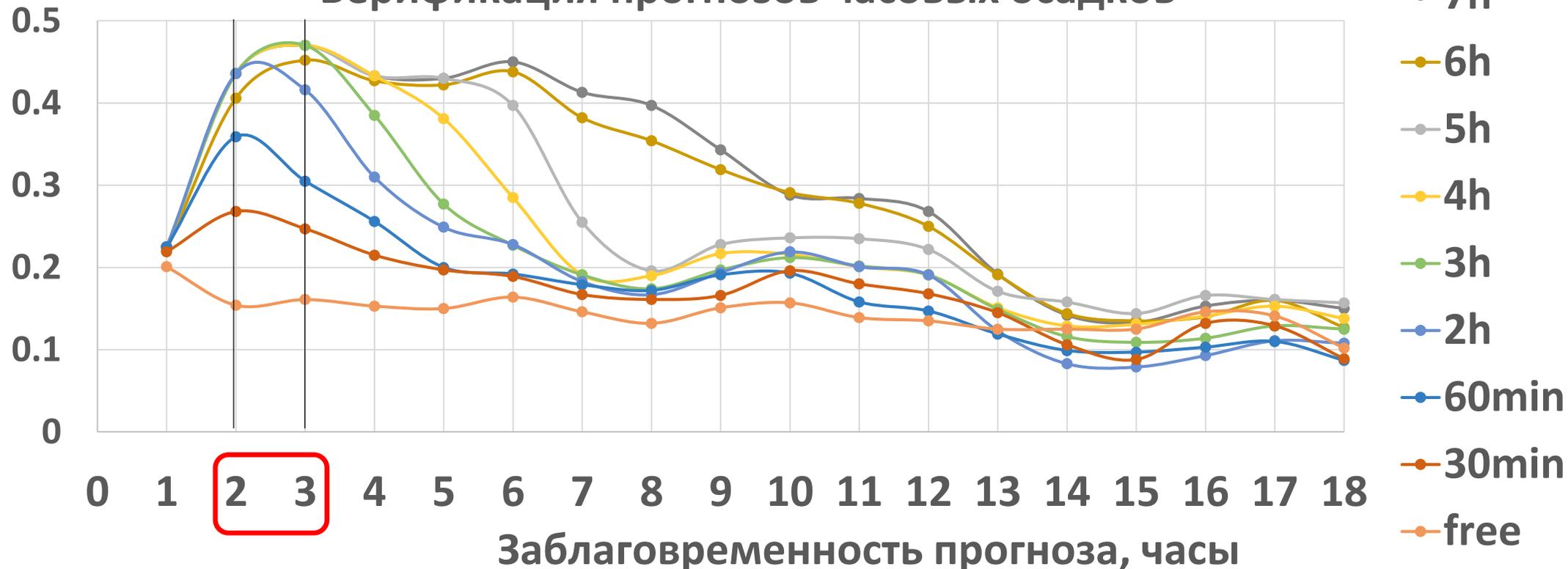
- Схема Nudging в COSMO корректирует поля в атмосфере: T, PS, H, QV, U, V
- Система усвоения данных (СУД) использует сводки SYNOP, TEMP, SHIP, BUOY, AIREP, RASS для наблюдений и 3 поля COSMO6(ICON13) в качестве поля первого приближения
- СУД использует оперативно использует 3 часовой цикл обновления. Готов вариант для 1 часового обновления.

Успешность воспроизведения осадков с разным интервалом усвоенных данных



Верификация прогнозов часовых осадков

TSS (Критерий Пирси-Обухова)



Разгон с данных ICON-Global13 и усвоением радаров занимает 2 часа. Но со временем при любом количестве усвоенных данных модель стабилизируется.

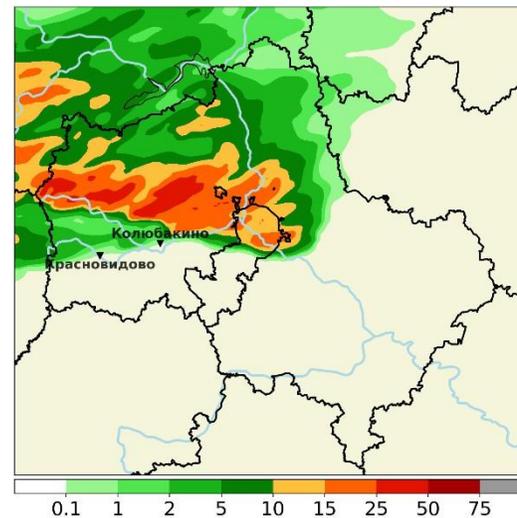
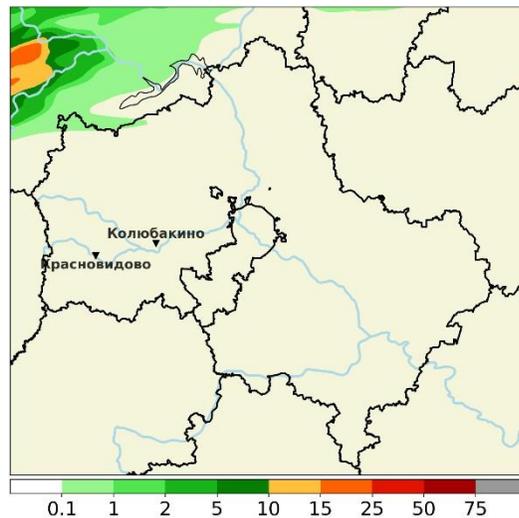
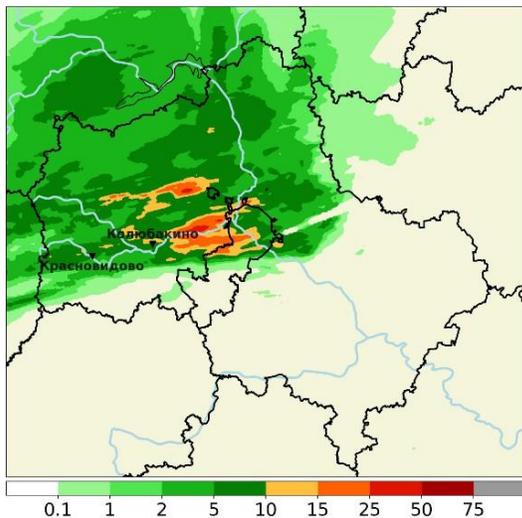
МКК в Московском регионе 13 Июля 2016 г.

Радар Внуково

Анализ без радаров (ctrl)

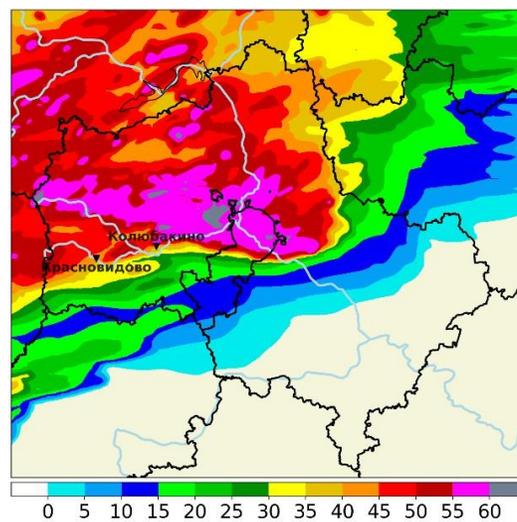
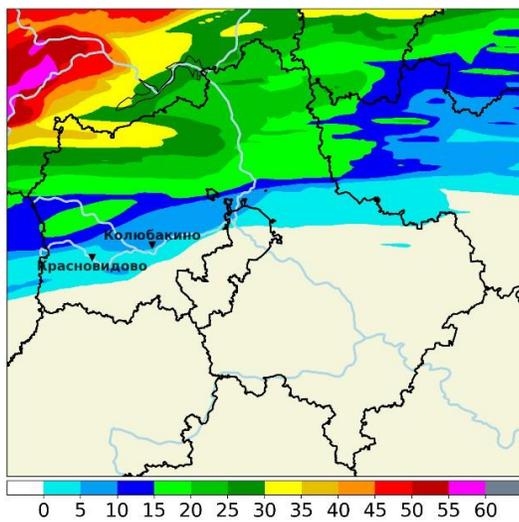
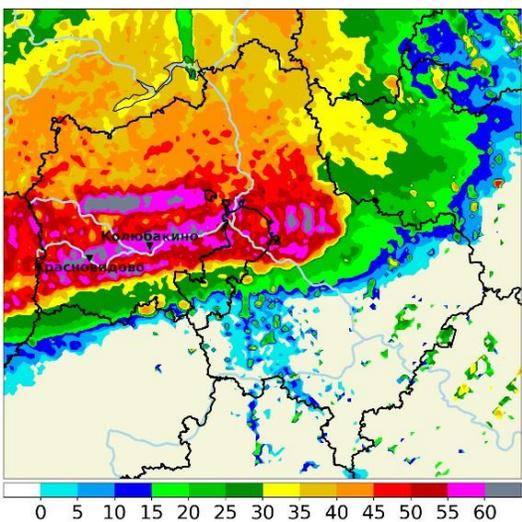
Анализ с усвоением радаров методом LHN

Осадки



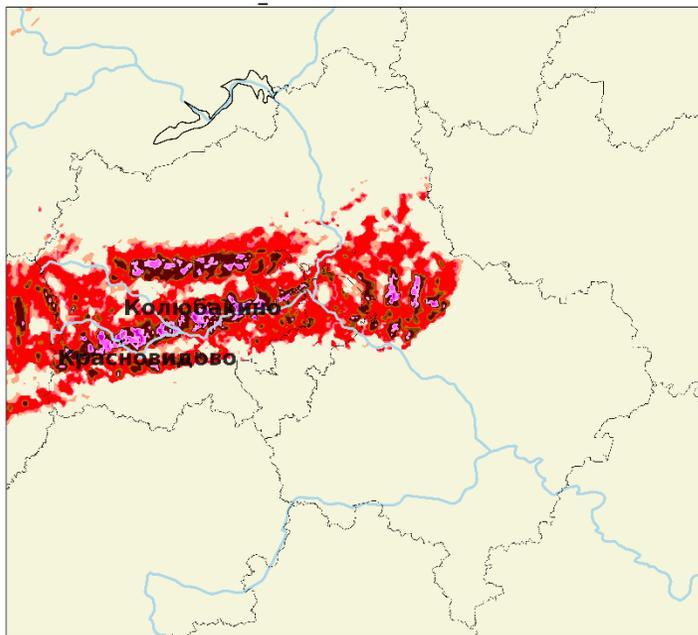
Модель COSMO не воспроизводила это явление с использованием только начальных данных из глобальной модели.

Радиолокационная
отражаемость



МКК в Московском регионе 13 Июля 2016 г.

Метеоявления по радару Внуково

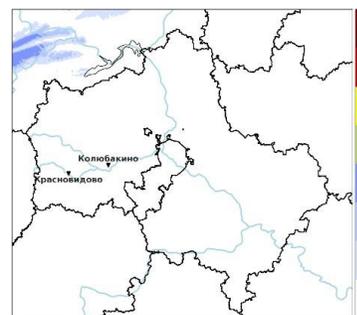
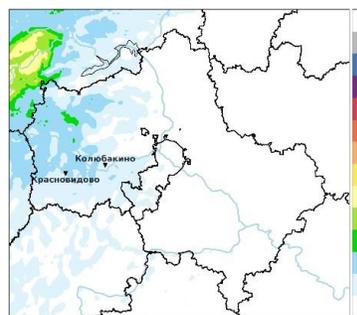


- Гроза+шквал сильн
- Гроза+шквал умерен
- Гроза+шквал слаб
- Град сильный
- Град умеренный
- Град слабый
- Гроза R >90%
- Гроза R) 70-90%
- Гроза (R) 30-70%

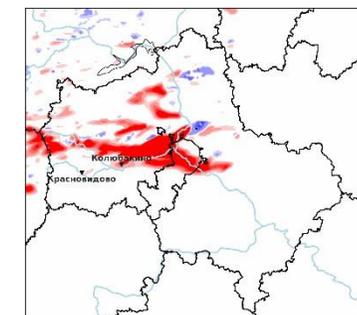
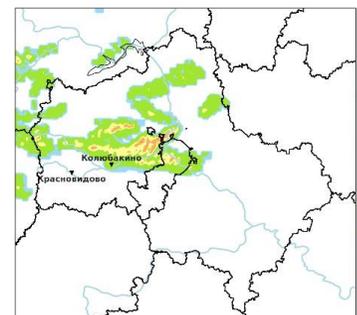
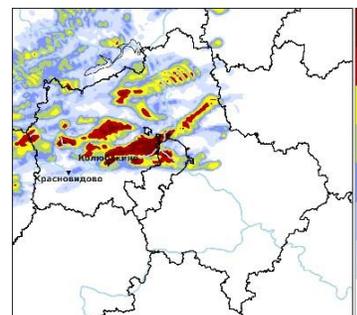
Анализ:

расчеты модели COSMO в режиме усвоения данных

Contr



LHN



Порывы

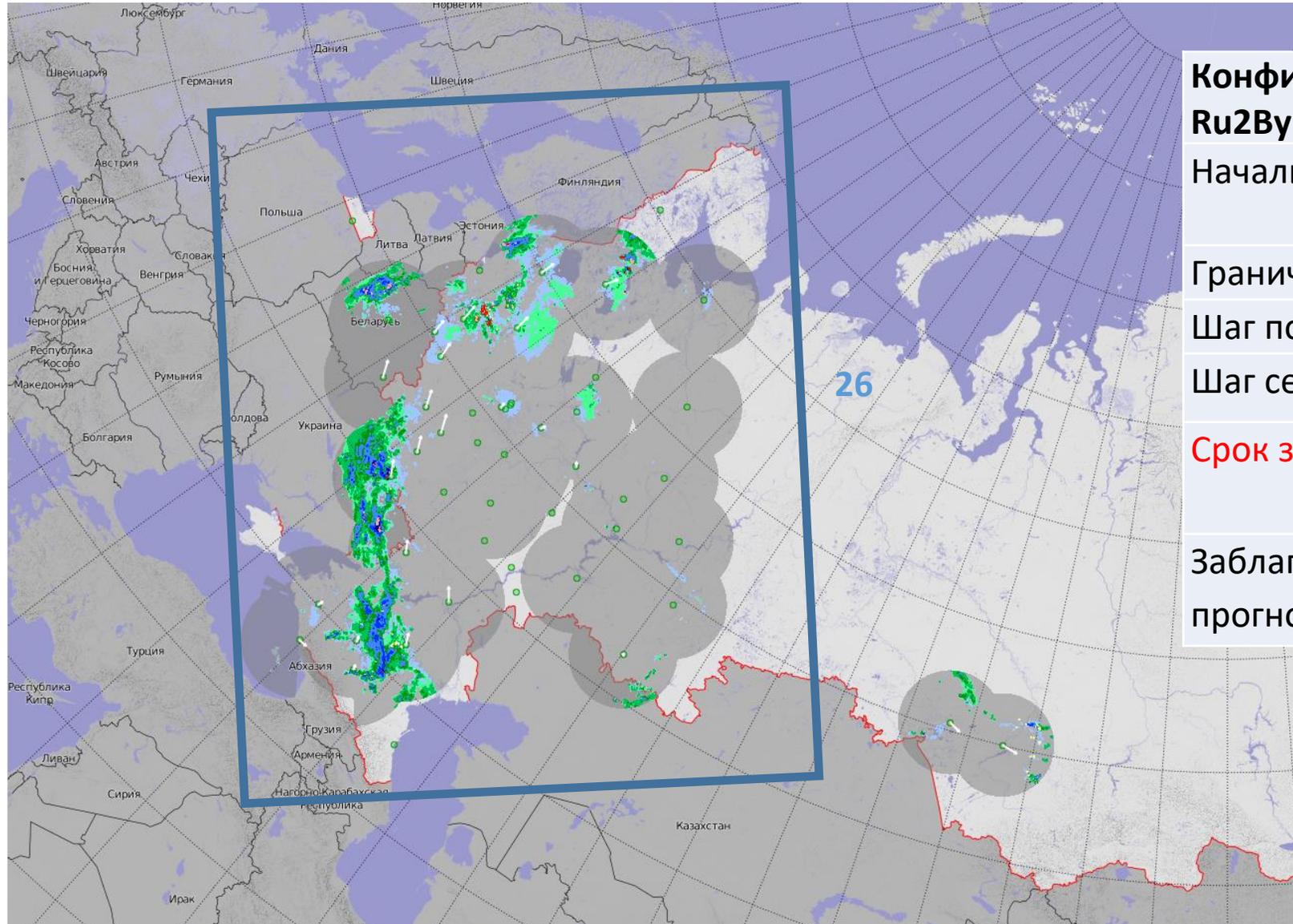
Грозы

Град

Восходящая спиральность

(Блинов и др., 2024, МиГ, №7)

Радиолокационные наблюдения ЦАО и область счёта COSMO-Ru2By для RUC



Конфигурация COSMO-Ru2By

Начальные условия

COSMO-06ENA
(ICON13)

Граничные условия

COSMO-06ENA

Шаг по времени в сек.

20

Шаг сетки по горизонтали

~ 2.2 км

Срок запуска (UTC)

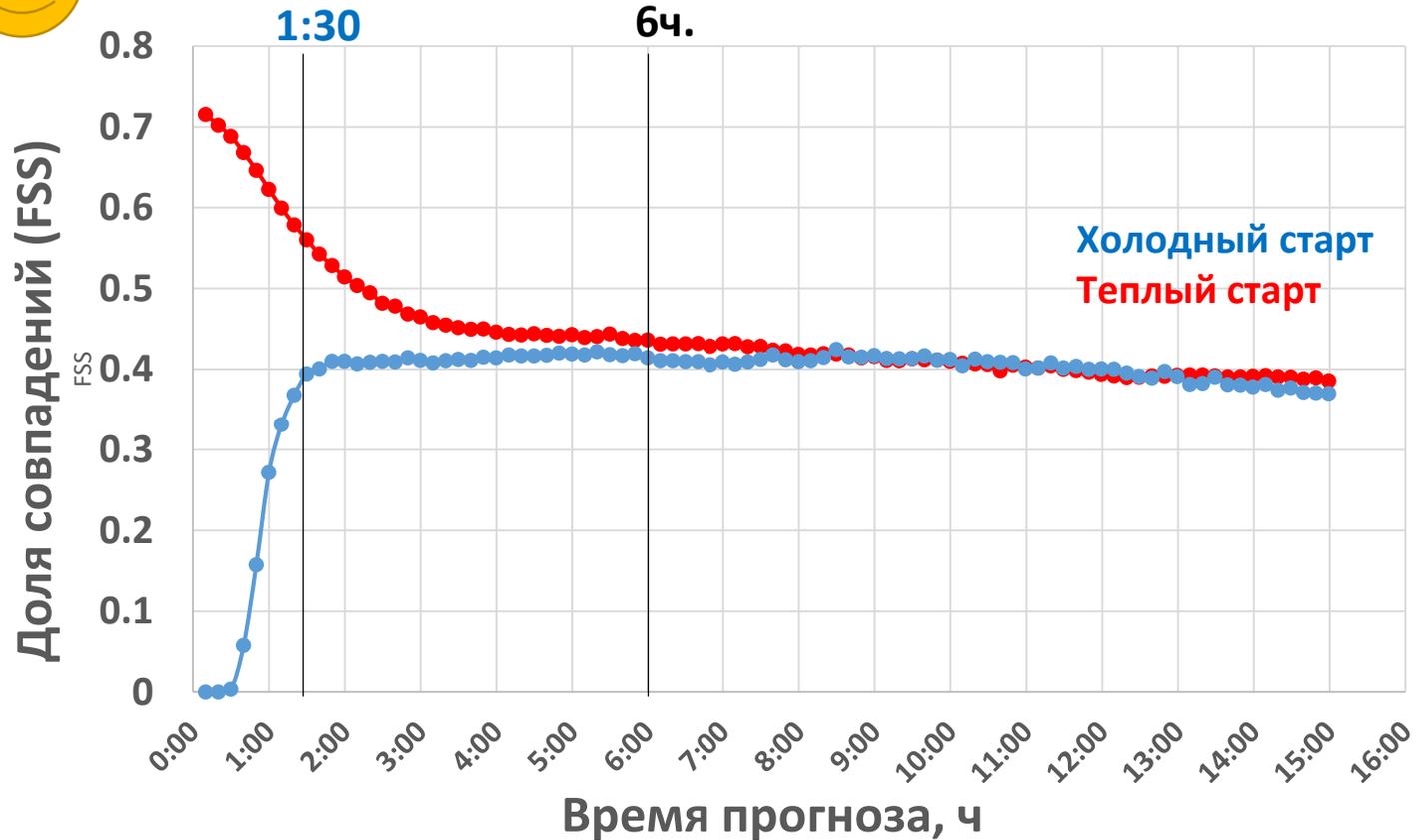
00, 06, 12, 18
и 03, 09, 15, 21

Заблаговременность прогноза в часах

48 и 18

Холодный и теплый старт

Верификация прогнозов 10-минутных осадков для COSMO-Ru2By



Наблюдения:

Радары ЦАО

Порог явления:

0.1 мм

Радиус осреднения:

30км

Период проверки:

3 июля – 16 июля

2022г.

* «Оценки получены в рамках системы MET-PLUS, адаптация пакета А.А.Кирсанов, А.Ю.Бундель, М.А.Тарасова (Гидрометцентр России)»

Верификация прогнозов 10-минутных осадков для COSMO-Ru2By с использованием LHN



STEPS (Наукастинг Гидрометцентра)

COSMO-Ru2By (Теплый старт)

Наблюдения:

Радары ЦАО

Порог явления:

0.05 мм

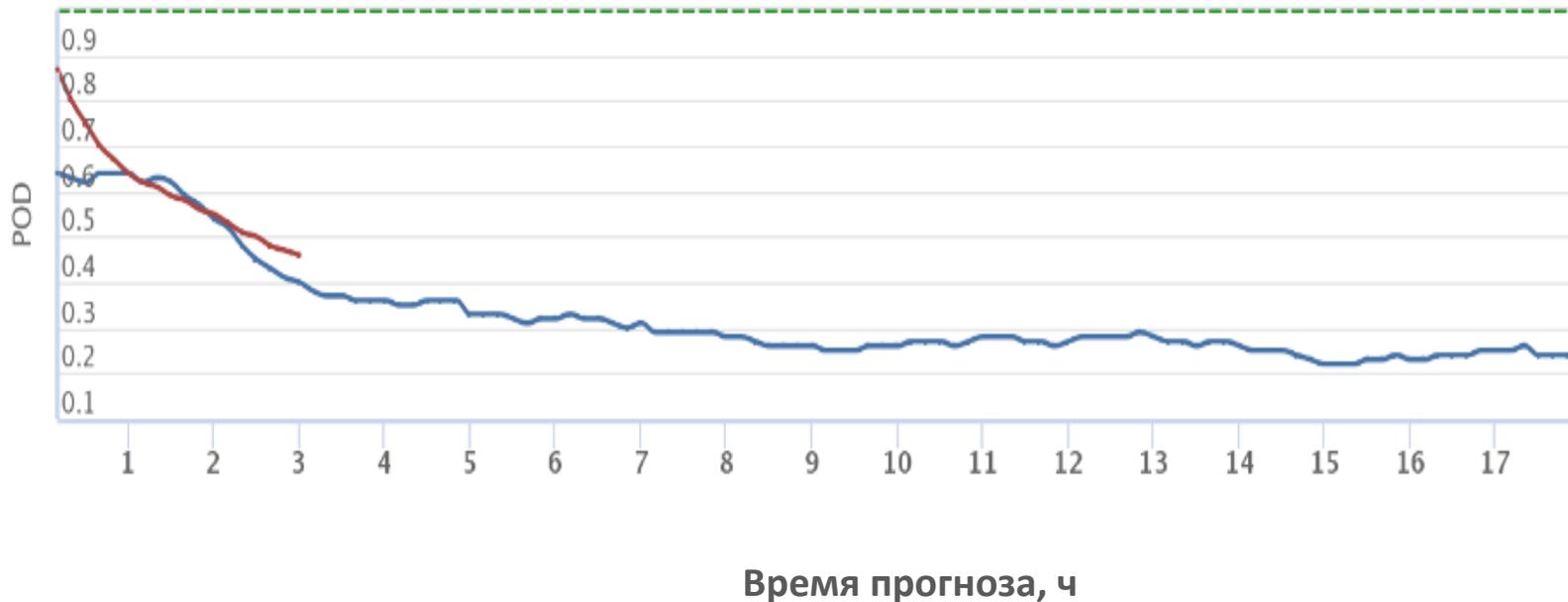
Радиус осреднения:

30км

Период проверки:

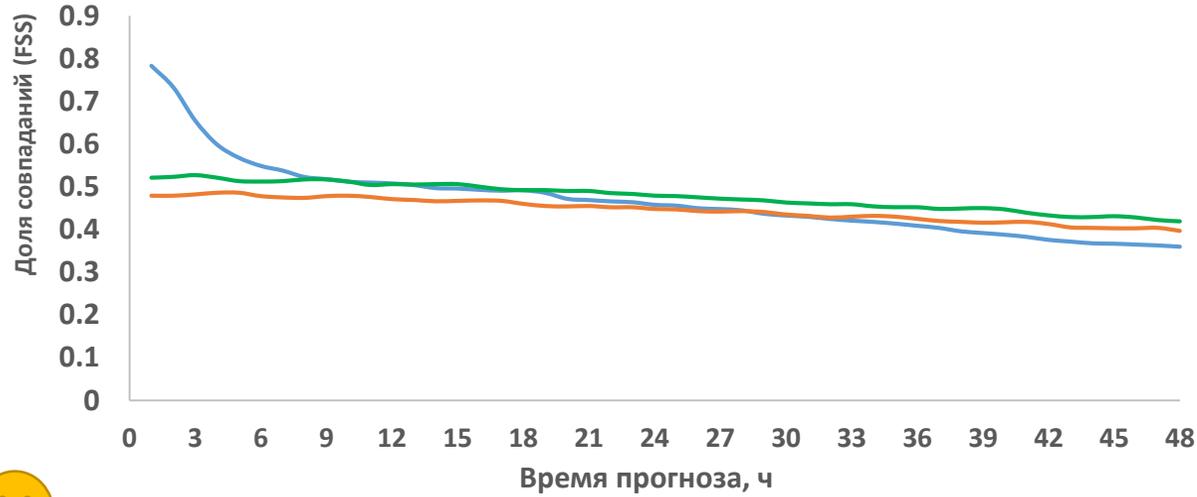
5 июля – 1 августа 2021г.

Предупрежденность



*Оценки предоставлены А.В. Смирновым (Гидрометцентр России)

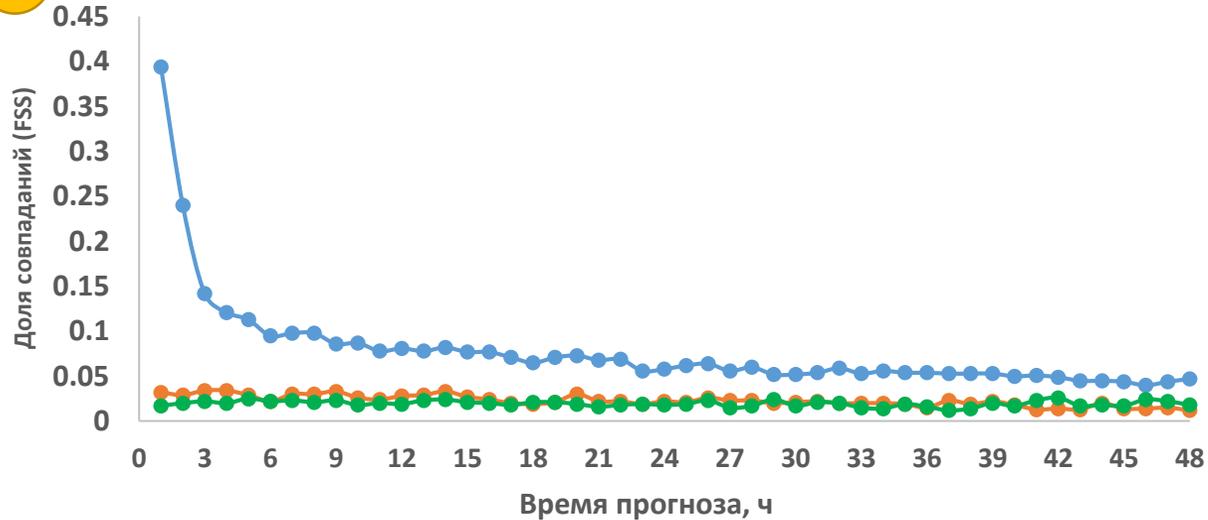
Верификация прогнозов 1-часовых осадков



Прогнозы:
COSMO-Ru2By
ICON-EU
GFS

Наблюдения: Радары ЦАО на ЕТР
Порог: 0.1 и 5 мм/час
Радиус осреднения: 30км

Период: 17 мая – 30 сентября 2022 г.



Сверхкраткосрочные прогнозы доступны спустя 1:40 от момента наблюдений, то есть раньше других прогностических моделей.

Заключение

- Показано, что случае холодного старта для осадков минимальный период разгона в COSMO-Ru2By от данных ICON-Global13 равен 1 час 30 минут. Далее модель выходит на свой режим.
- С 2021 г. в конфигурации COSMO-Ru2By используется разработанная система усвоения данных (СУД) с использованием метода LHN.
- Наличие уточненного начального поля позволяет начинать расчеты модели раньше времени получения данных глобального анализа - 1:15.
- Усвоение радиолокационных данных в COSMO-Ru2By позволяет улучшить качество анализа и сверхкраткосрочного прогноза погоды при использовании теплого старта. Лучшие показатели успешности воспроизведения осадков достигаются в первые 2 часа прогноза.
- Точнее воспроизводятся не только осадки, но и сопутствующие конвективные явления – порывы ветра, грозы, град, суперячейки и смерчеопасные ситуации.

Перспективы работ с RUC на основе COSMO-Ru2By

- Использование часового усвоение данных вместо 3ч.
- Заменить COSMO-2 на ICON-LAM 2 км
- Использование меньших шагов сетки – 1 км и менее
- Создание реанализа для ETP с шагом сетки 2 км

Спасибо за внимание!

