

Мезомасштабный численный прогноз погоды: современное состояние и будущее.

**Ривин Гдалий Симонович,
д.ф.-м.н., профессор**

**ФБГУ “Гидрометцентр России”
МГУ им. М.В.Ломоносова**

**Научно-практическая школа-семинар молодых ученых и специалистов в области гидрометеорологии
31 октября – 2 ноября 2012 года
г. Новосибирск**

COSMO CONSORTIUM FOR SMALL SCALE MODELING

Priority Project CORSO highlights

“Consolidation of Operation and Research results for the Sochi Olympic Games”

Gdaly Rivin, Inna Rozinkina
Hydrometeorological center of Russia

sochi.ru 2014

COSMO General Meeting, Lugano, 10-13 September 2012

Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды
Гидрометцентр России

ОПЕРАТИВНАЯ СИСТЕМА COSMO-RU

КРАТКОСРОЧНОГО ПРОГНОЗА ПОГОДЫ С ШАГОМ СЕТКИ 7 КМ
НА ОСНОВЕ НЕГИДРОСТАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ АТМОСФЕРЫ
И ДЕЯТЕЛЬНОГО СЛОЯ ПОДСТИЛАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ:

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ДАЛЬНЕЙШЕЕ РАЗВИТИЕ

Ривин Г.С., Розинкина И.А., Блинов Д.В., Перов В.Л.,
Суркова Г.В., Алферов Д.Ю., Казакова Е.В., Кирсанов А.В.,
Ревокатова А.П., Шатунова М.В., Чумаков М.М.

ФБГУ «Гидрометцентр России»,
Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова,
Российская Федерация

Международная научная конференция по региональным проблемам
гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды, Казань, 3 октября 2012г.

Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды
Гидрометцентр России

COSMO Project

CORSO:
Consolidation of
Operational and
Research results for the
Sochi
Olympics -2014

Gdaly Rivin, Inna Rozinkina
Hydrometeorological centre of Russia
(Roshvdromet)

sochi.ru 2014

7 October 2012

G.Rivin, I.Rozinkina 34th EWGLAM - 19th
SRNWP Meeting, Helsinki, 8-11 Oct 2012

4

Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды
Гидрометцентр России

Международный проект CORSO

и его первые результаты по консолидации
оперативных и исследовательских работ
для метеообеспечения Сочи 2014

И.А.Розинкина, Г.С.Ривин, Е.Д.Астахова

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ Казань 2-4 октября 2012

6

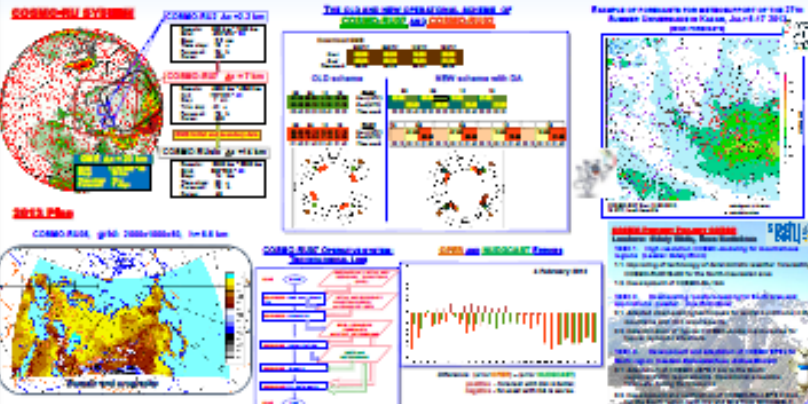


THE MESOSCALE SHORT-RANGE WEATHER FORECAST SYSTEM COSMO-RU

G.S. Rivin, I.A. Rozinkina
Hydrometeorological Center of Russia
Moscow, Russia

OPERATIONAL WEATHER FORECAST SYSTEM

- The COSMO-RU2 (based on COSMO-RU1) for the entire and North-Caucasian regions of Russia was implemented in operational mode (3 times per day).
- The "trading" (interchange data distribution system) supported by the COSMO software for COSMO-RU2 was established. First results demonstrating the efficiency of this system and prospects for partial modification of algorithms were obtained.
- The new configuration of COSMO-RU for the integration domain, which includes the entire territory of Russia (5.0 km spatial resolution) was developed (implementation is in progress).

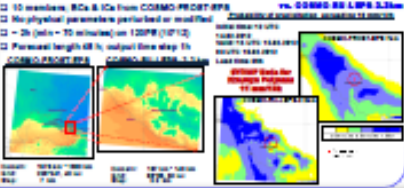


ENSEMBLE PREDICTION SYSTEM

- The activities within the framework of the COSMO Forecasting Project "COSMO-ART" (ASR 3) development and adaptation of COSMO RFS for the South regions and WMO Project "PROST" was developed on the basis of the COSMO-PROST-LRP5 (May 2012).
- The operational technological processing line of COSMO-PROST-LRP5 results for the South region was developed (in cooperation with ARPA-EMC colleagues).
- The runs of 2.5 km resolution for South region nested into COSMO-PROST-LRP5 (2m) were performed and statistical characteristics were analyzed.

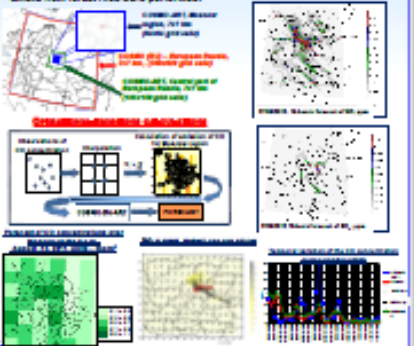


COSMO-RU-LRP5 - 2.5 km



COSMO-RU-ART

- The COSMO-RU-ART configuration was developed and implemented for Moscow region (city & day).
- Tests for transport and transformation of gaseous pollutants and spreading of smoke from forest fires were performed.



Valid observation (field branch office of the State Russian Hydrometeorological Center)

The number of observations for each day is shown and the number of observations is the number of observations for each day.

The number of observations for each day is shown and the number of observations is the number of observations for each day.

ОПЕРАТИВНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МЕЗОМАСШТАБНЫХ АТМОСФЕРНЫХ ПРОЦЕССОВ

Ривин Г.С.,
ФБГУ «Гидрометцентр России»,
Российская Федерация

Оперативно-производственный семинар
"Специализированное гидрометеорологическое обеспечение тестовых мероприятий и Зимних олимпийских игр в г. Сочи. Английский язык"
Сочи; 8-17 октября 2012 г.

Аспекты интерпретации численных прогнозов погоды

Розинкина Инна Адольфовна,
Гидрометцентр России

Inna.rozinkina@mail.ru



Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды
Гидрометцентр России

Ансамблевый прогноз и
использование его результатов
Е.Д.Астахова

**Recent developments and plans for the
COSMO-LEPS system**

**Andrea Montani,
C. Marsigli, T. Paccagnella**
ARPA-SIMC

HydroMeteoClimate Regional Service of Emilia-Romagna, Bologna, Italy

COSMO General meeting
Lugano, 10-13 September 2012



A. Montani: The COSMO-LEPS system

МГУ им. М.В.Ломоносова
Географический факультет
Кафедра метеорологии и климатологии

2012

Численные методы прогноза погоды

РИВИН Гдалий Симонович

ЧАСТЬ 1

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ

КОМПОНЕНТЫ СИСТЕМЫ ПРОГНОЗА ПОГОДЫ

Люди

Наблюдательная система

Телекоммуникационная система

Вычислительная система

Система усвоения данных

Модель

Постпроцессинг



ЛЮДИ

Развитие системы мезомасштабного негидростатического краткосрочного прогноза погоды COSMO-RU

1. Техн. линия : Д.В.Блинов, Г.С.Ривин, И.А.Розинкина;
2. T2m : А.А.Кирсанов, Г.С.Ривин, И.А.Розинкина;
3. ART : А.А.Кирсанов, А.П.Ревокатова, Г.В.Суркова;
4. Снег : Е.В.Казакова, И.А.Розинкина, М.И.Чумаков;
5. Сетки : Д.В.Блинов, Г.С.Ривин, М.В.Шатунова;
6. Ансамбли : Д.Ю.Алферов, Е.Д.Астахова, Г.С.Ривин;
7. Погран. слой : В.Л.Перов, М.И.Чумаков;
8. VERSUS-2 : А.Ю.Бундель, М.В.Зайченко, А.А.Кирсанов;
9. Усв. данных : Д.В.Блинов, Г.С.Ривин, М.Д.Цырульников;
10. Постпроцессинг: И.А.Розинкина, М.В.Шатунова, И.И.Рузанова;
11. Болота : А.Ю. Юрова;
12. Опасные метеорологические явления: Б.Е.Песков.

Гидрометцентр России

Работа выполнена благодаря неоценимым советам и помощи дирекции и сотрудников **ФГБУ “Гидрометцентр России”**, **Главного вычислительного центра Росгидромета**, фирмы Интел (Московского и Нижегородского отделений), **кафедры метеорологии и климатологии МГУ** и **коллег из консорциума COSMO**, особенно

Р.М.Вильфанд, Г.В.Елисеев, Д.Б.Киктев, Ю.В. Алферов, А.Н. Багров, А.Д. Голубев, И.И. Жабина, А.М. Кабак, М.Ю.Ковтуненко, А.Ю. Недачина, Б.Е. Песков, А.Д.Харлашин и Ю.А. Степанов (ФГБУ “Гидрометцентр России”), В.А.Анцыпович и С.В.Лубов (ГВЦ Росгидромета), А.В.Кислов (МГУ им. М.В.Ломоносова), U. Shaettler, H. Assensio, M. Baldauf, R. Hess, M.Gertz, D. Majewski, D. Mironov, C. Schraff (Германия), M. Arpagaus, J.-M. Bettems, P. Eckert, P. Steiner (Швейцария), T. Rascagnella, A. Raspanti (Италия).

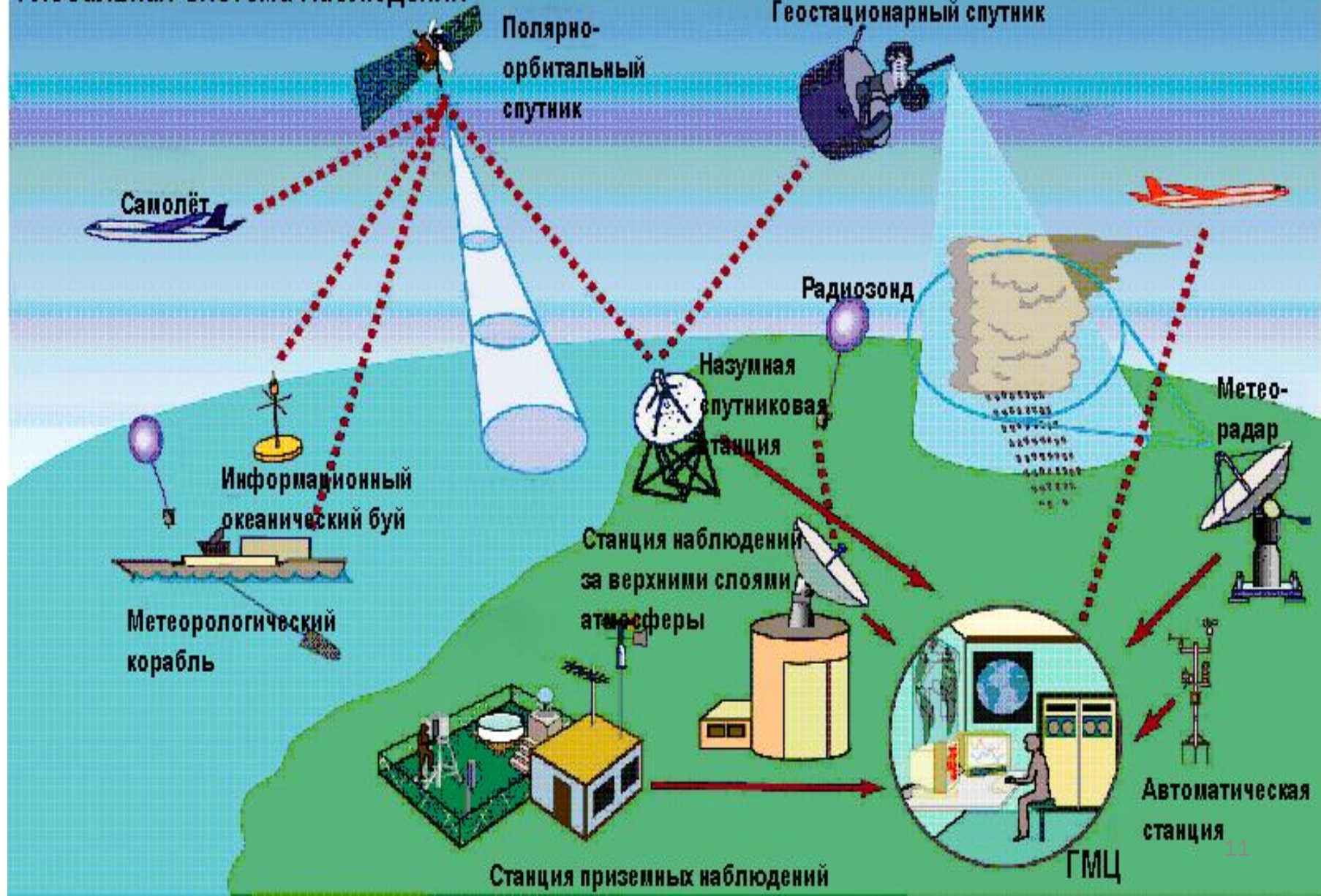
Всем им выражаем свою глубокую признательность.

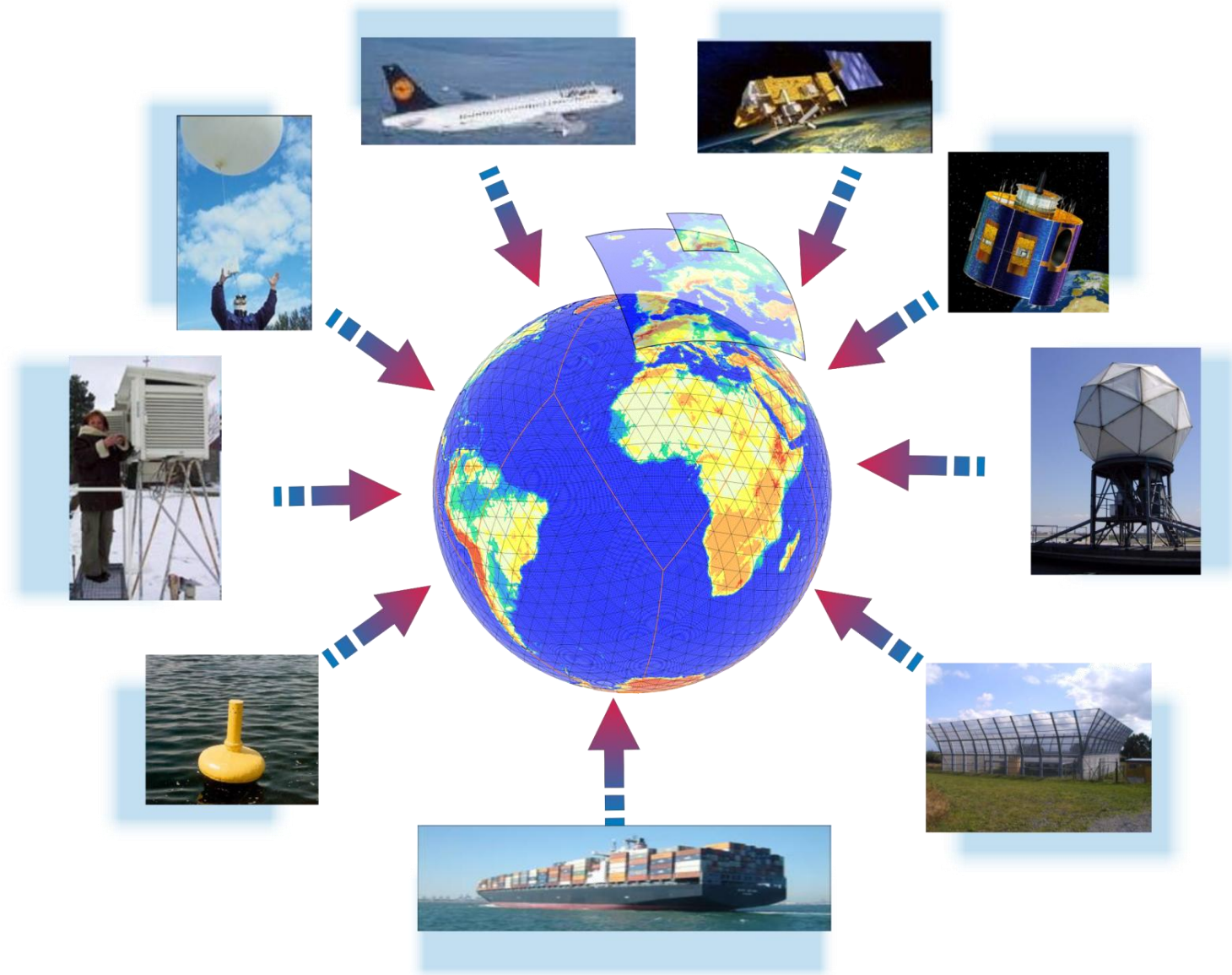


НАБЛЮДАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Наблюдательная система

Глобальная Система Наблюдений

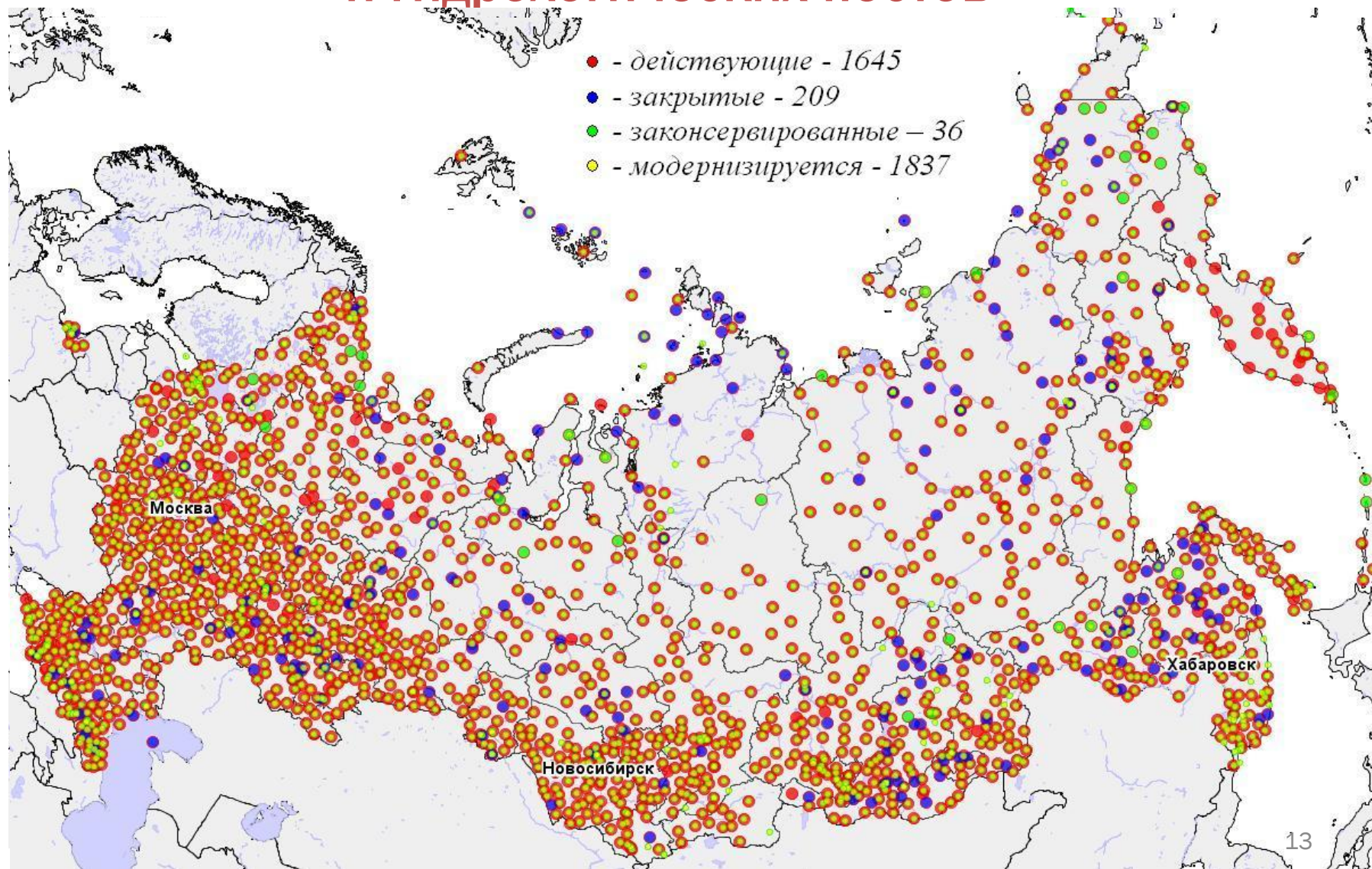




Гидрометцентр России

Сеть метеорологических станций и гидрологических постов

- - действующие - 1645
- - закрытые - 209
- - законсервированные - 36
- - модернизируется - 1837



ПРИМЕНЕНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ РАДАРОВ

ДАННЫЕ
О
ВЕТРЕ,
ГРОЗАХ,
ОСАДКАХ,
ОПАСНЫХ
ЯВЛЕНИЯХ



Метеорологи

Гидрологи

Модели
атмосферы

Концерн ПВО "Алмаз-Антей"



Научно-производственное объединение
Лианозовский электромеханический завод



Гидрометцентр России



- Новые ДМРЛ
- Модернизированные МРЛ-5
- Действующие МРЛ



ТЕЛЕ- КОММУНИКАЦИОННАЯ СИСТЕМА

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Высокопроизводительный вычислительный комплекс Росгидромета

	SGI ALTEX 4700	SGI ICE 8200	РСК ТОРНАДО
Тип процессоров	Intel Itanium 2 (2-ядерный)	Intel Xeon (4-ядерный)	Intel® Xeon® E5-2600 (8-ядерный)
Количество ядер / ядер на узел / всего ядер	13 / 128 / 1664	177 / 8 / 1416	96 / 16 / 1536
Оп. память на ядро	4 Гбайт	2 Гбайт	4 Гбайт
Пиковая производительность	11 Тфлопс	16 Тфлопс	35 Тфлопс

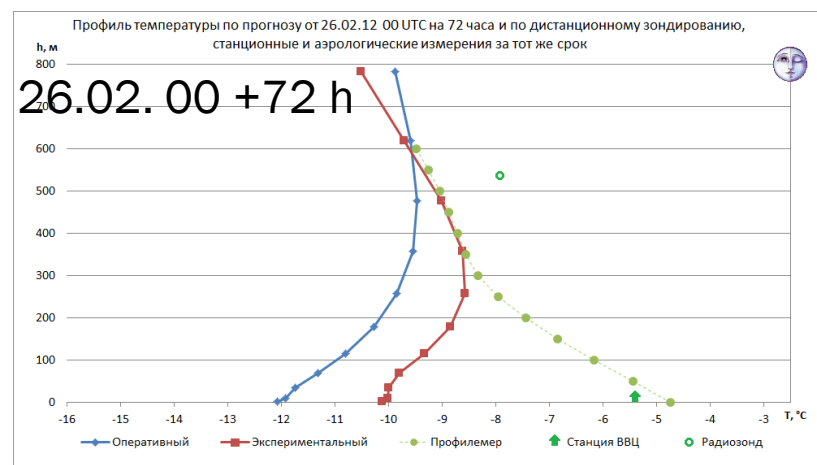
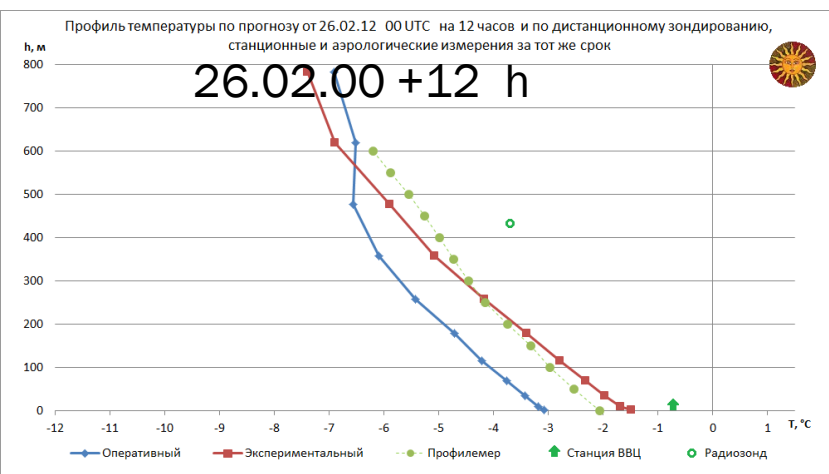
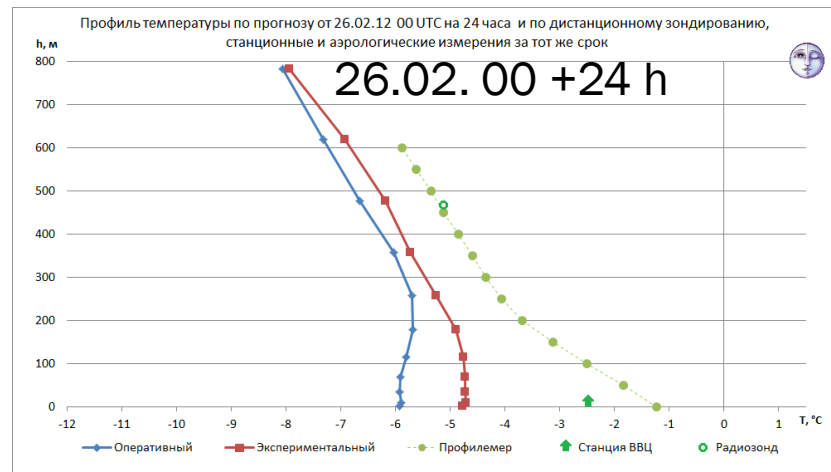
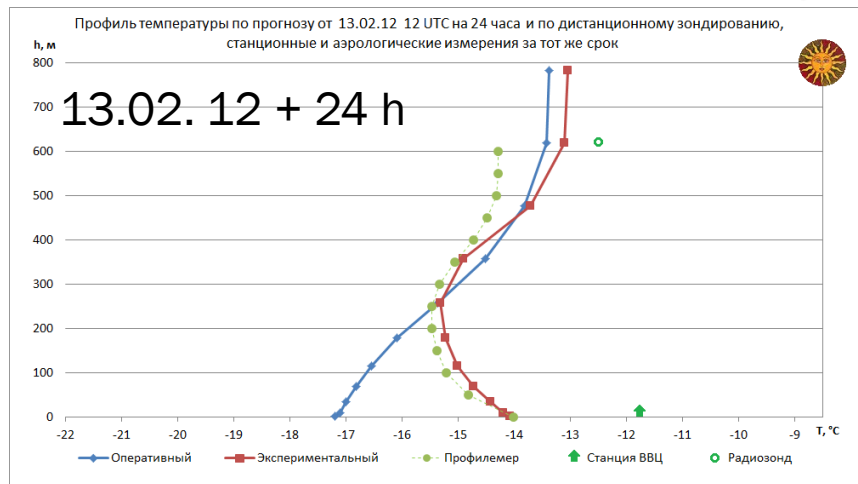
1 Тфлопс = 10^{12} опер/сек = 1 000 · 10^9 (тысяча миллиардов опер/сек.)

**35 Тфлопс = $35 \cdot 10^{12} = (350/2)/5 \cdot 10^6 \cdot 10^6 = [(350/2 \cdot 10^6)] \cdot [10^6/5] =$
= $(175 \cdot 10^6 > \text{населения России}) \cdot 200\,000$ опер/сек**



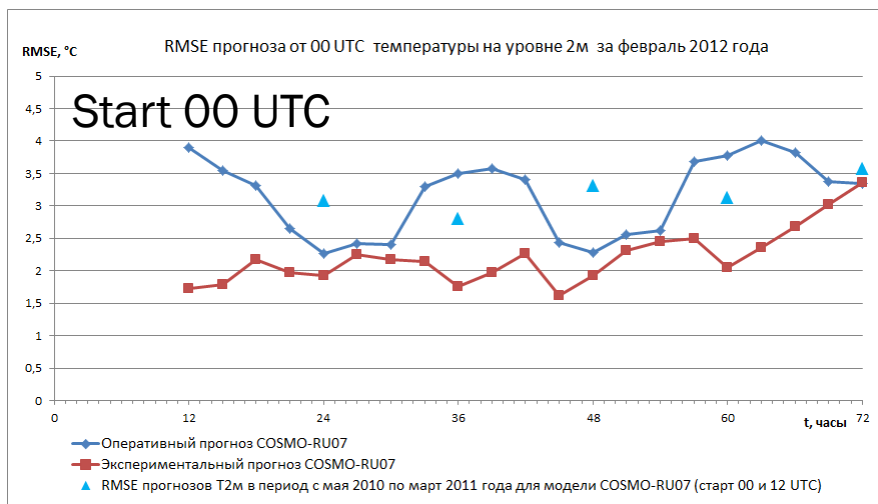
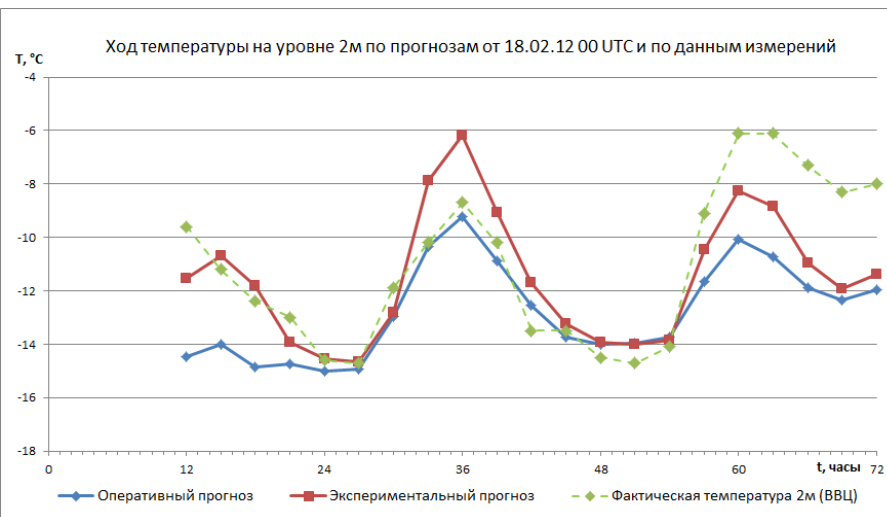
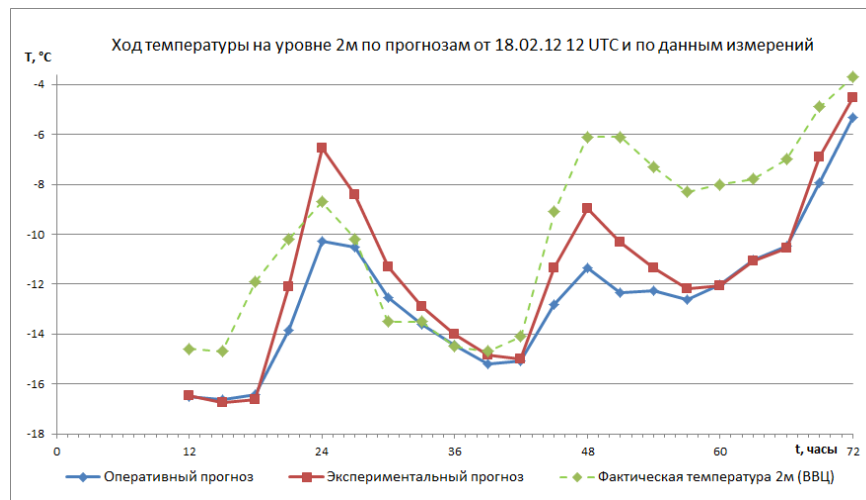
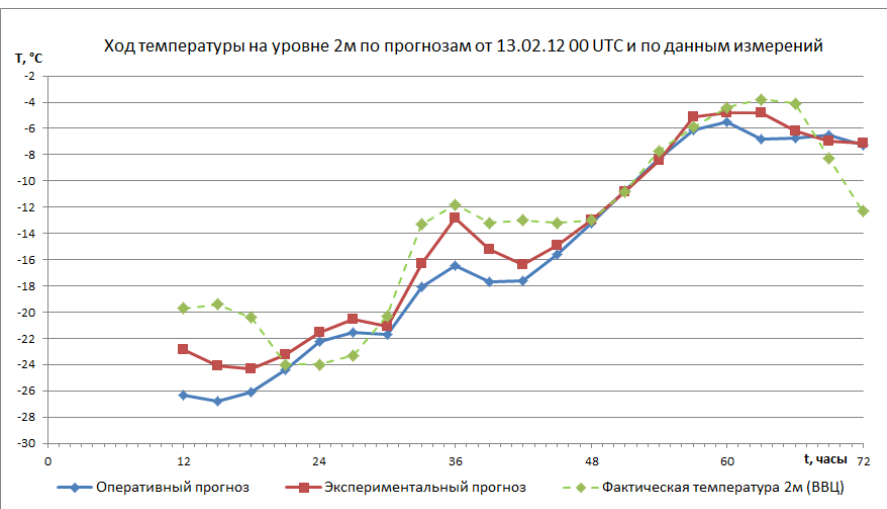
СИСТЕМА УСВОЕНИЯ ДАННЫХ

ТЕХНОЛОГИЯ КОРРЕКЦИИ ПО T_{2м}: АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ



Examples of forecasts of T profiles with comparison with data of atmospheric sounding

ТЕХНОЛОГИЯ КОРРЕКЦИИ ПО Т2М : АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ

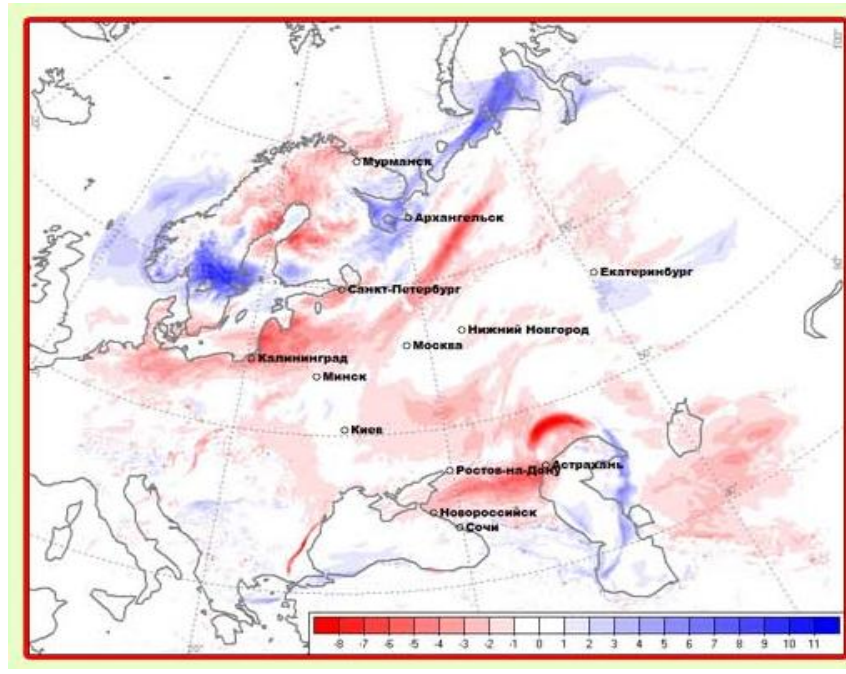
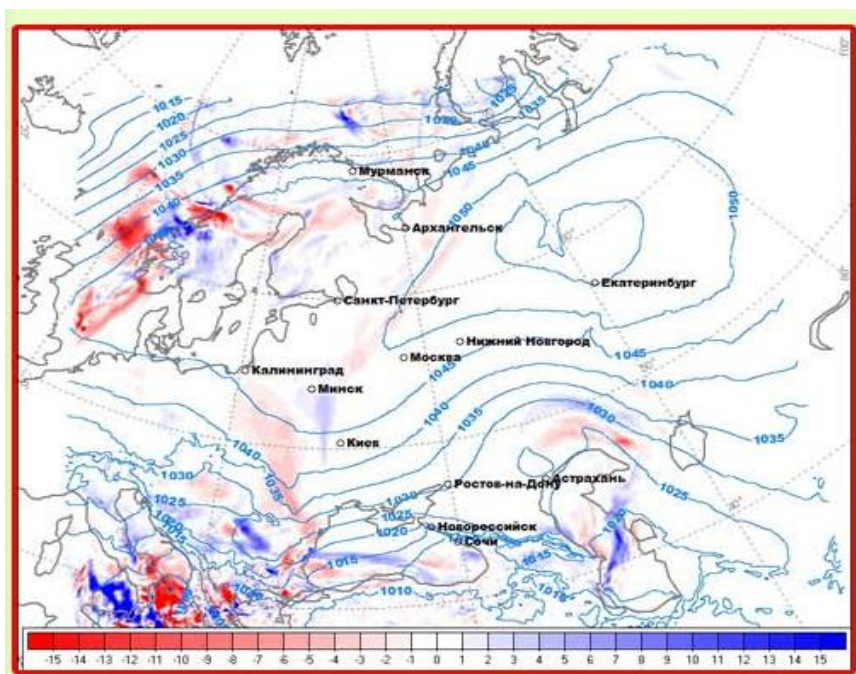


Гидрометцентр России

**ПРИМЕРЫ СРАВНЕНИЯ ПРОГНОЗОВ ОСАДКОВ и T2м:
COSMO-RU07 БЕЗ УСВОЕНИЯ ДАННЫХ
И
COSMO- EU (DWD) С УСВОЕНИЕМ ДАННЫХ:**

ОСАДКИ

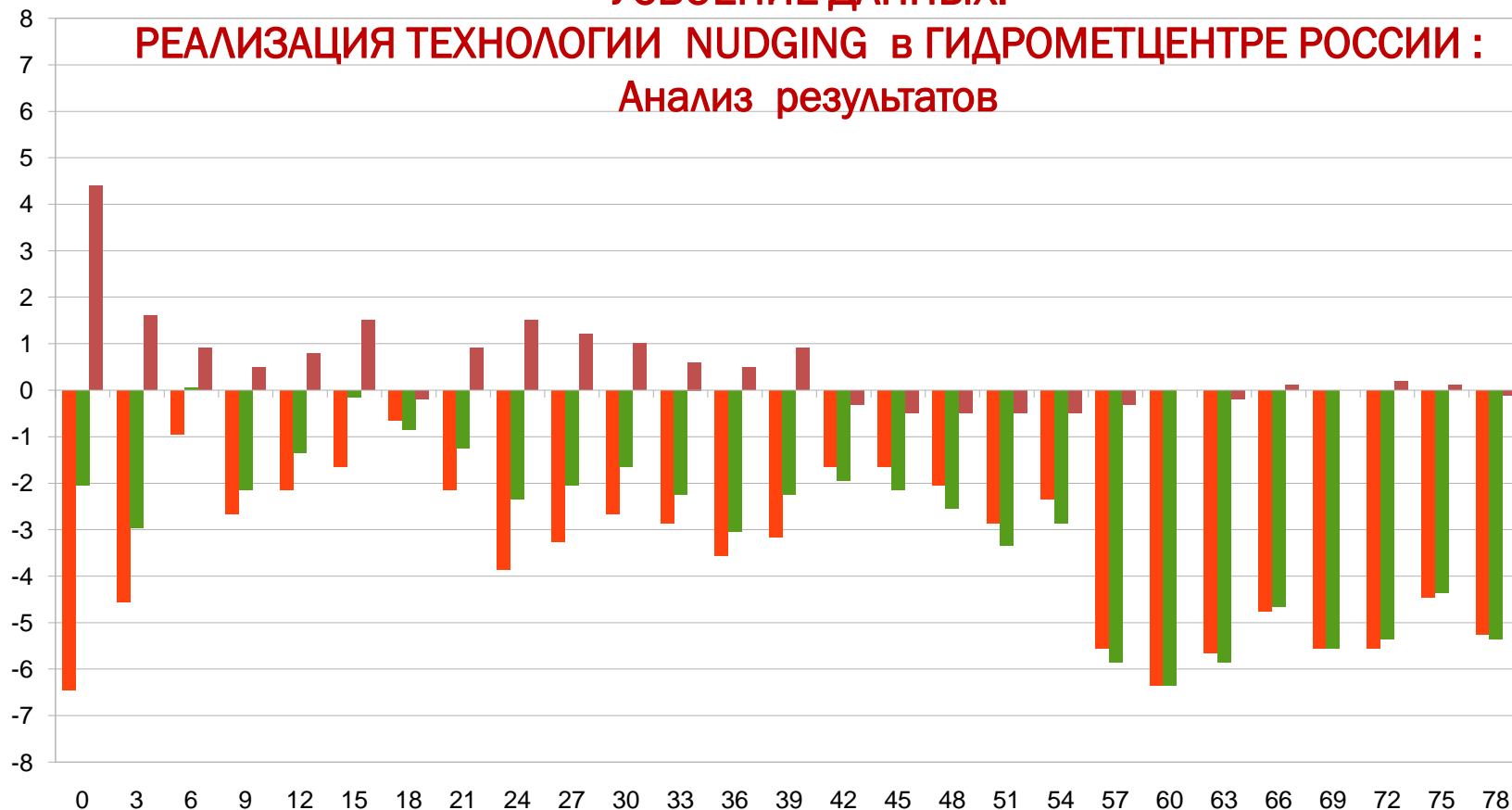
T2м



УСВОЕНИЕ ДАННЫХ:

РЕАЛИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ NUDGING в ГИДРОМЕТЦЕНТРЕ РОССИИ :

Анализ результатов



ОШИБКА T2M
РАЗНОСТЬ:

“ОПЕР” И “NUDGCAST”.

ОШИБКА OPER - ОШИБКА NUDGCAST:

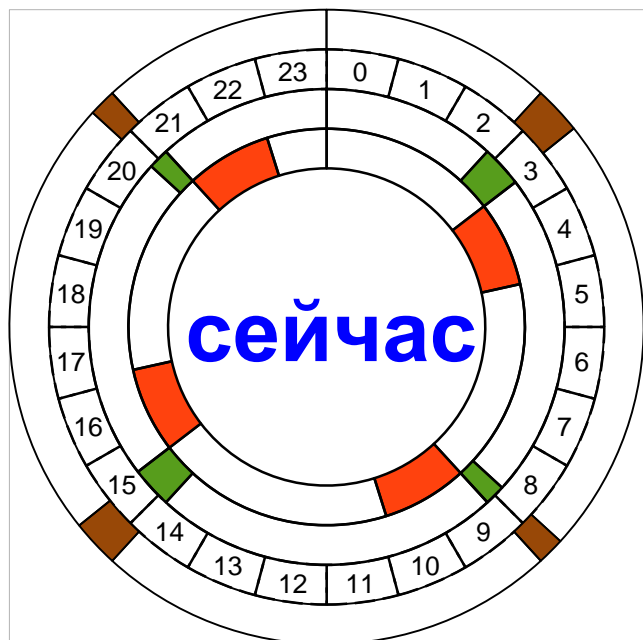
POSITIVE - FORECAST WITH DA IS BETTER,

NEGATIVE - FORECAST WITH DA IS WORSE.



РЕГИОНАЛЬНОЕ УСВОЕНИЕ ДАННЫХ: РЕАЛИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ «NUDGING»

		download GME	00UTC	06UTC	12UTC	18UTC														
		start	02:50	08:50	14:50	20:50														
		end	03:25	09:10	15:25	21:10														
		Time work	00:35	00:20	00:35	00:20														
00UTC	06UTC	12UTC	18UTC	RU07				00UTC	06UTC	12UTC	18UTC									
02:50	08:50	14:50	20:50	start				02:30	02:50	08:30	08:50	14:30	14:50	20:30	20:50					
03:30	09:10	15:30	21:10	end				02:50	03:30	08:50	09:10	14:50	15:30	20:50	21:10					
00:40	00:20	00:40	00:20	Time work				00:20	00:40	00:20	00:20	00:20	00:40	00:20	00:20					
00UTC	06UTC	12UTC	18UTC	RU02				18UTC	00UTC	06UTC	12UTC	18UTC								
03:30	09:10	15:30	21:10	start				01:00	01:10	01:20	07:00	07:10	07:20	13:10	13:20	13:30	19:00	19:10	19:20	
05:10	10:50	17:10	22:50	end				01:10	01:20	03:10	07:10	07:20	09:00	13:20	13:30	15:10	19:10	19:20	21:00	
01:40	01:40	01:40	01:40	Time work				00:10	00:10	01:50	00:10	00:10	01:40	00:10	00:10	01:40	00:10	00:10	01:40	

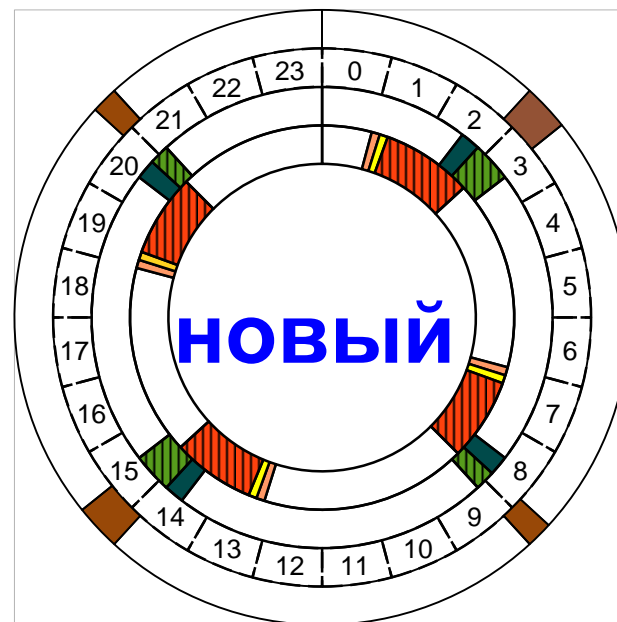


Оперативный режим

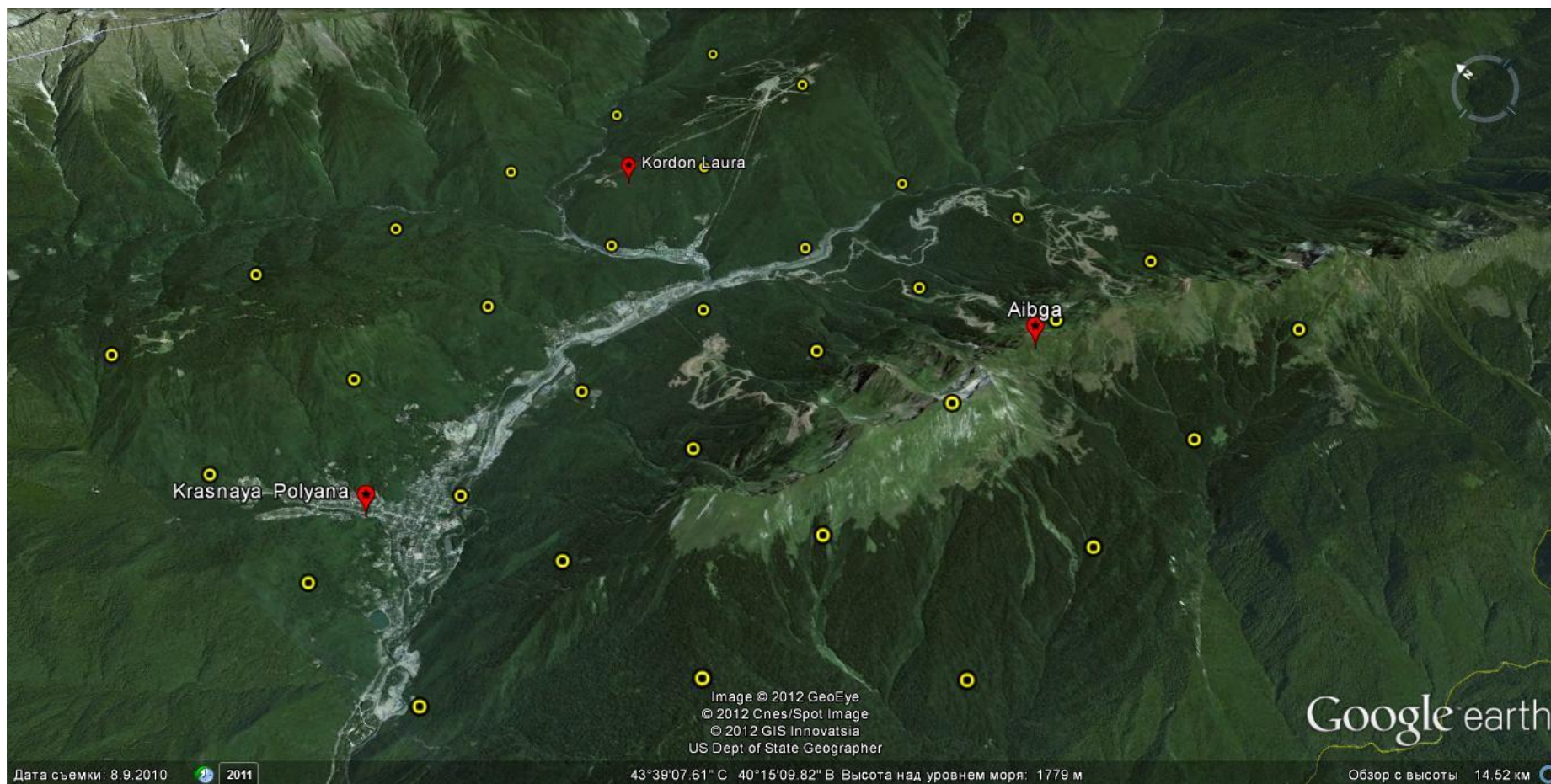
COSMO-RU07

и

COSMO-RU02



Расположение метеорологических станций Росгидромета и вычислительная сетка COSMO-RU2



Направление 2 (Прогнозирование в точках соревнований)

1.1. Развитие статистического пост-процессинга для даун-скайлинга

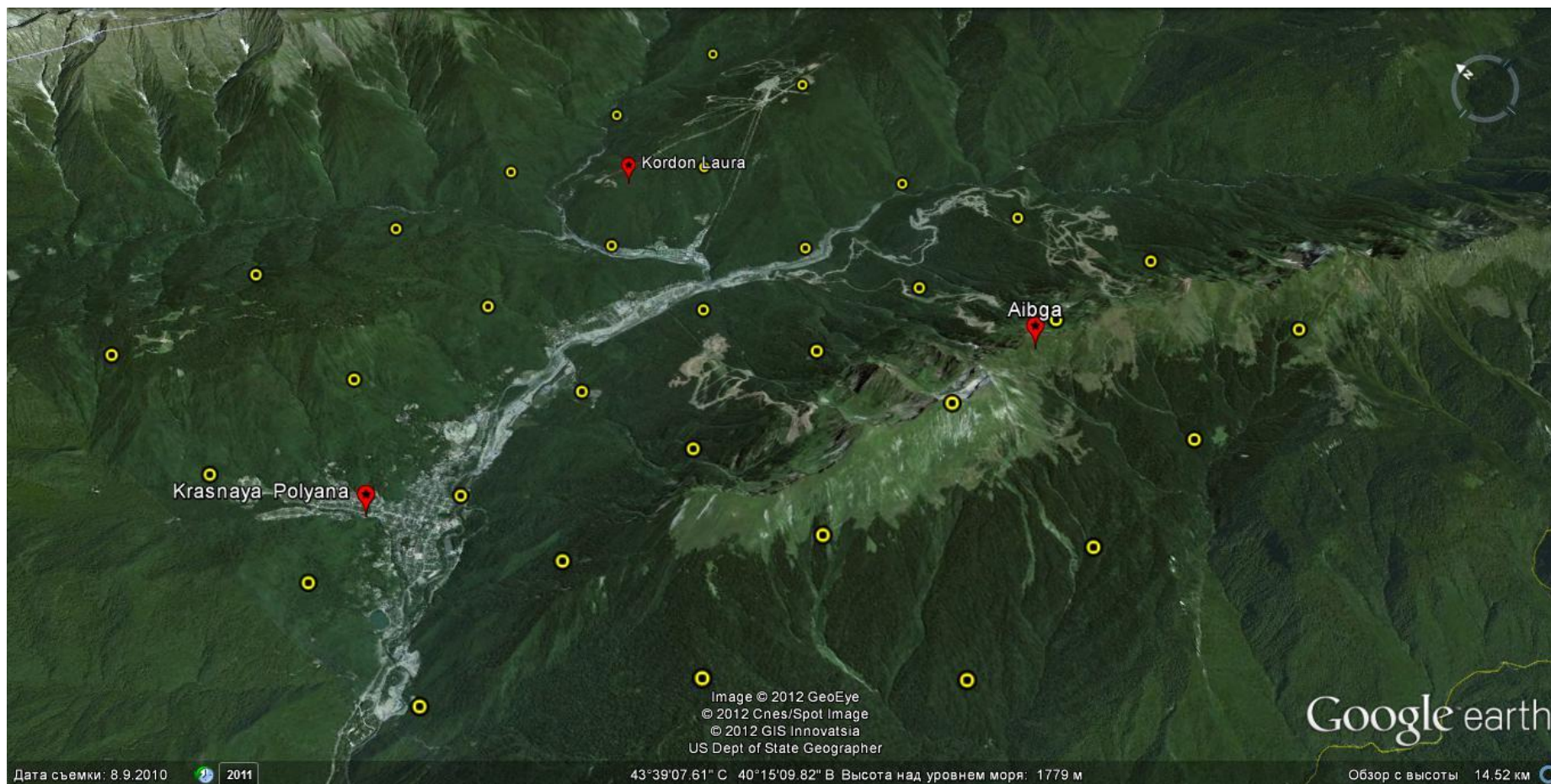
- **СТАТИСТИЧЕСКАЯ КОРРЕКЦИЯ С «КОРОТКИМ» ПЕРИОДОМ НАСТРОЙКИ**

Гидрометцентр России

**Ошибки прогнозов до и после применения фильтра Калмана
для различных параметров фильтрации, февраль 2012**
(среднее отклонение(верхнее) и среднеквадратическое (нижнее))

Станция	Начальный прогноз	$T_p=7; T_d=1$ $n_p=7; n_d=1$	$T_p=7; T_d=1$ $n_p=14; n_d=2$	$T_p=7; T_d=1$ $n_p=21; n_d=3$
Ккрасная поляна	2,86	0,18	0,4	0,39
	3,89	2,55	2,3	2,19
Аибга	-1,86	0,38	0,26	0,2
	3,48	2,59	2,72	2,78
Кордон Лаура	5,3	0,41	0,46	0,47
	6,17	3,14	2,95	2,91

Расположение метеорологических станций Росгидромета и вычислительная сетка COSMO-RU2





МОДЕЛЬ

МЕЗОМАСШТАБНЫЙ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ЛАНДШАФТ

• **ВЕЛИКОБРИТАНИЯ: UM**

• **МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ
КОНСОРЦИУМЫ ЕВРОПЫ:**

-- **ALADIN**

(Aire Limitée Adaptation dynamique
Développement InterNational),

(Франция);

-- **COSMO**

(The Consortium for Small-scale
Modeling), (Германия);

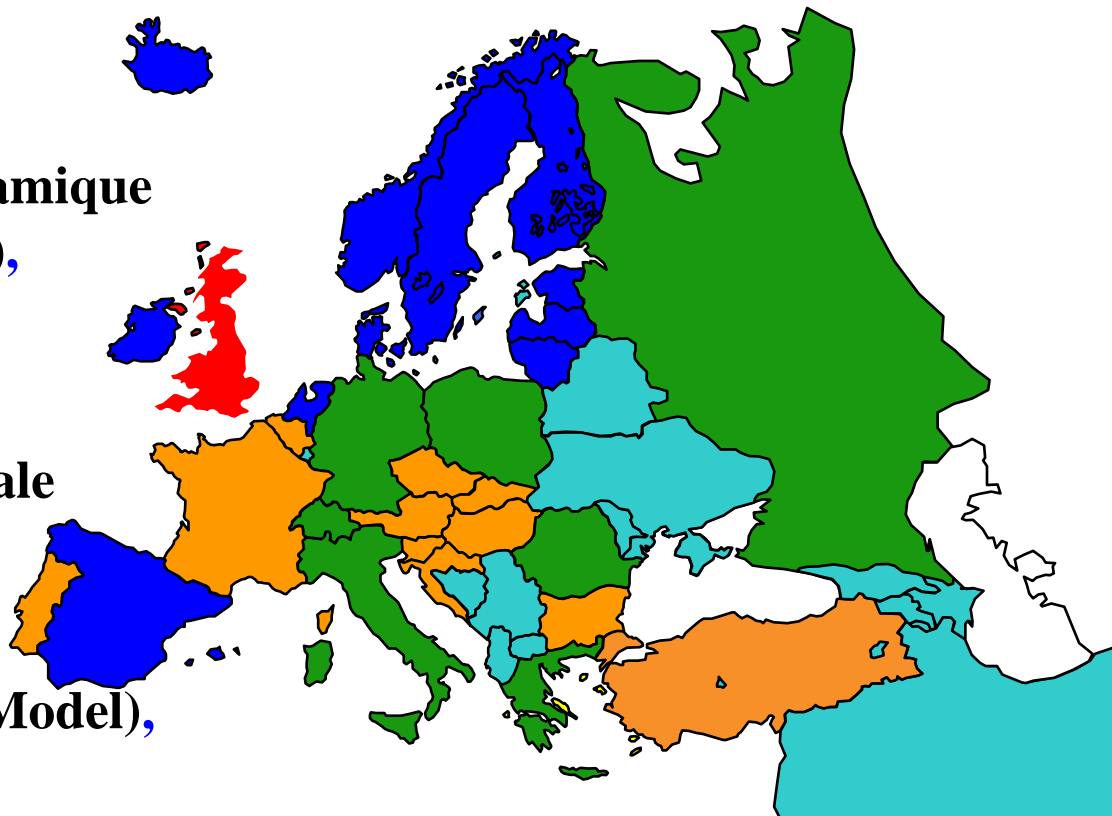
-- **HIRLAM**

(High Resolution Limited Area Model),

(Скандинавские страны);

• **США: WRF – ARW (Advanced Research WRF),
WRF – NMM (Nonhydrostatic Mesoscale Model)**

С 1 октября 2009 г. Росгидромет является
полноправным членом консорциума.





SRNWP Consortia in Europe



ALADIN

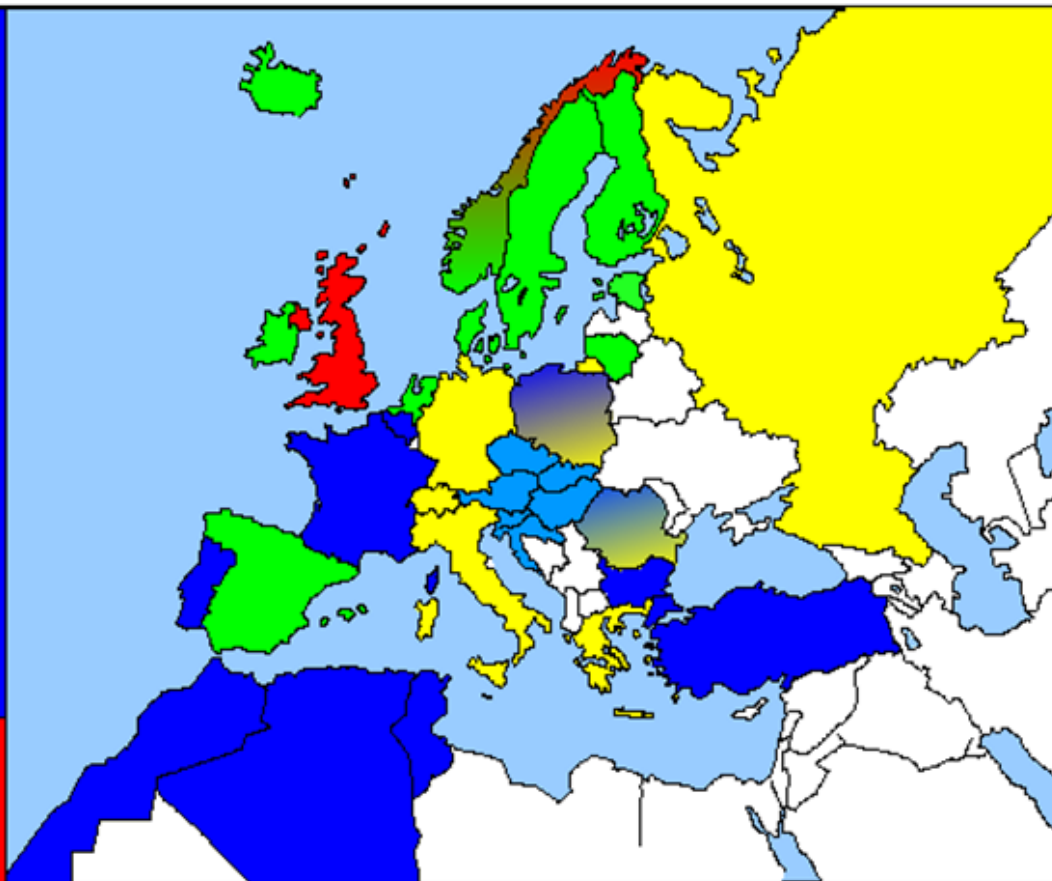
Algeria
Belgium
Bulgaria
France
Morocco
Poland
Portugal
Tunisia
Turkey

Austria
Croatia
Czech Rep.
Hungary
Romania
Slovakia
Slovenia



UKMO

United Kingdom
Norway



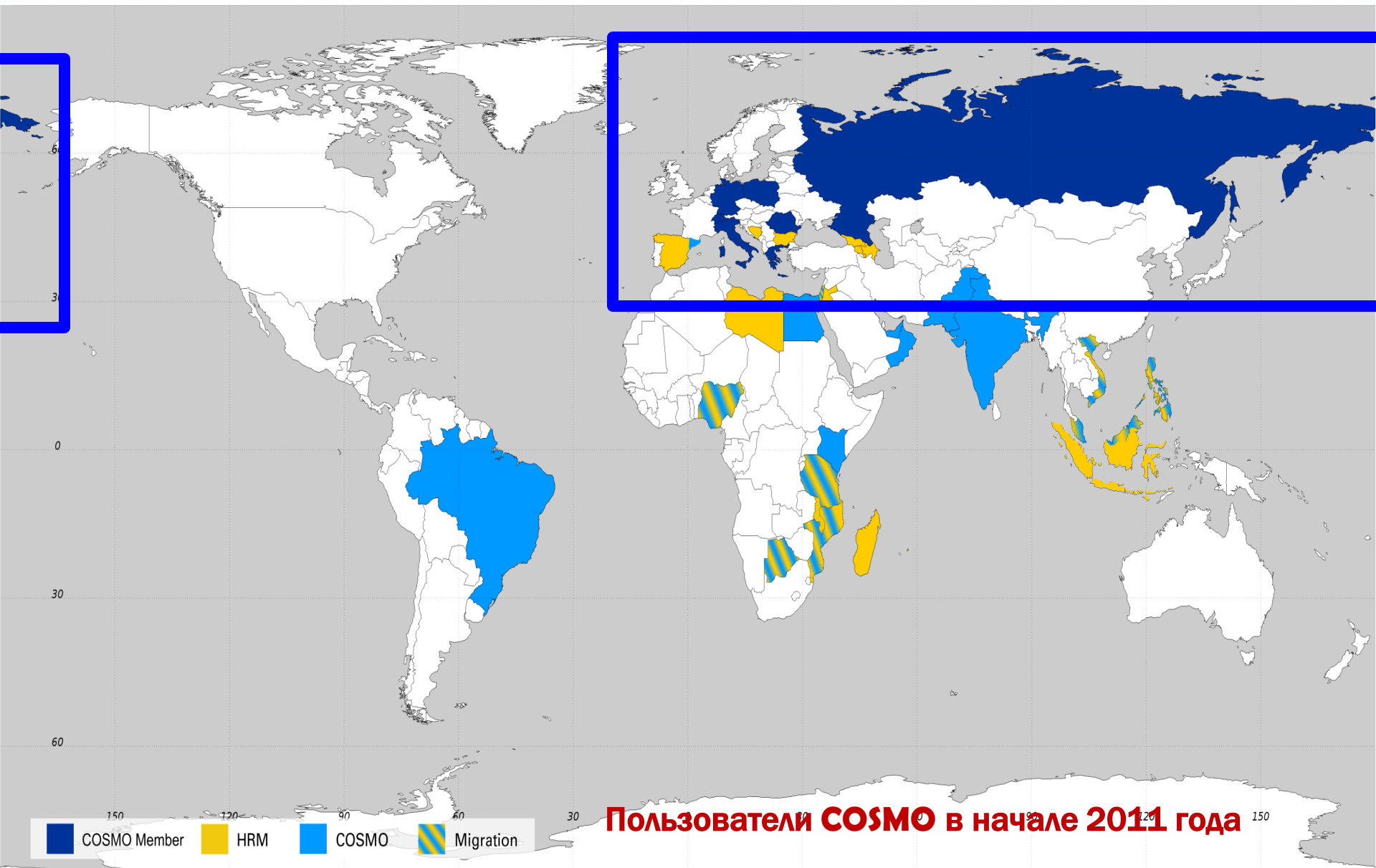
HIRLAM

Denmark
Estonia
Finland
Iceland
Ireland
Lithuania
Netherlands
Norway
Spain
Sweden

COSMO

Germany
Greece
Italy
Poland
Romania
Russia
Switzerland





Пользователи COSMO в начале 2011 года



Текущая погода	Описание текущих и прогностических параметров погоды в интервале 0-2 часа с момента наблюдения.
Сверхкраткосрочный	Описание параметров погоды в интервале 0-12 часов
Краткосрочный	Описание параметров погоды в интервале 12-72 часа
Среднесрочный	Описание параметров погоды в интервале 72-240 часов
Расширенный	Описание параметров погоды в интервале 10-30 дней , обычно осредненных и выраженных как отклонение от значений климата за этот период
Долгосрочный: - месячный обзор, - трехмесячный или 90-дневный обзор, - сезонный обзор.	Интервал времени от 30 дней до 2 лет Описание осредненных параметров погоды, выраженных как отклонение от климатических значений этого месяца. Описание осредненных параметров погоды, выраженных как отклонение от климатических значений за эти 90 дней. Описание осредненных параметров погоды, выраженных как отклонение от климатических значений за этот сезон
Прогноз климата: - прогноз изменчивости климата, - предсказание климата.	Прогноз на срок более, чем 2 года. Описание ожидаемых параметров климата, связанных с вариациями межгодовых, декадных и многодекадных аномалий климата. Описание ожидаемого будущего климата , включая эффекты как природного, так и антропогенного воздействия



Nowcasting	A description of current weather parameters and 0 -2 hours description of forecasted weather parameters
Very short-range	Up to 12 hours description of weather parameters
Short-range	Beyond 12 hours and up to 72 hours description of weather parameters
Medium-range	Beyond 72 hours and up to 240 hours description of weather parameters
Extended-range	Beyond 10 days and up to 30 days description of weather parameters, usually averaged and expressed as a departure from climate values for that period.
Long-range Monthly outlook Three month or 90 day outlook Seasonal outlook	From 30 days up to two years Description of averaged weather parameters expressed as a departure (deviation, variation, anomaly) from climate values for that month (not necessarily the coming month). Description of averaged weather parameters expressed as a departure from climate values for that 90 day period (not necessarily the coming 90 day period). Description of averaged weather parameters expressed as a departure from climate values for that season .
WMO Climate forecasting Climate variability prediction Climate prediction	Beyond two years Description of the expected climate parameters associated with the variation of inter-annual, decadal and multi-decadal climate anomalies . Description of expected future climate including the effects of both natural and human influences .

КЛАССИФИКАЦИЯ МОДЕЛЕЙ АТМОСФЕРЫ

1. Методы аппроксимации и решения:
конечно-разностные, спектральные
2. Область интегрирования (математическая постановка):
глобальные, ограниченная территория.
3. Масштабы описываемых процессов
крупномасштабные, мезомасштабные.
4. Гидродинамические, приближения:
ветер (квазигеострофическая, квазисоленоидальная,
квазистатическая, негидростатическая).
5. Физические приближения:
приток тепла (адиабатическая, неадиабатическая),
влажность (сухая, влажная...), турбулентность,
процессы в деятельном слое подстилающей
поверхности
6. Химические приближения:
аэрозоль, реакции, загрязнения, ,,,



Гидрометцентр России

МАКРО

МЕЗО

МИКРО

ПРОЦЕССЫ	МАСШТАБ, КМ	ШАГ СЕТКИ для разрешения процесса моделью и ВРЕМЯ ЖИЗНИ процесса
планетарные волны	> 10000	2500 км / 1 месяц
антициклоны, циклоны,	10 000 - 2000	500 км / 1 мес.- 1 нед.
фронты, тропические циклоны α	2 000 - 200	50 км / 1 нед. - 1 сут.
горные ветры и волны, кластеры кучево-дождевых облаков, морской бриз, низкоуровневые струйные течения β	200 - 20	5 км / 1 сут. - 1 час
городская циркуляция, гравитационные волны, кучево-дождевые облака, турбулентность ясного неба γ	20 - 2	500 м / 1 час
кучевые облака, торнадо	2 - 0,2	50 м / 1 - 0,5 час
термики, смерчи	0,2 - 0,002	0,5 м / 30 - 1 мин
турбулентность	< 0,002	1мин. - 1 с.



Met Office



Met Office convection-permitting ensemble MOGREPS-UK

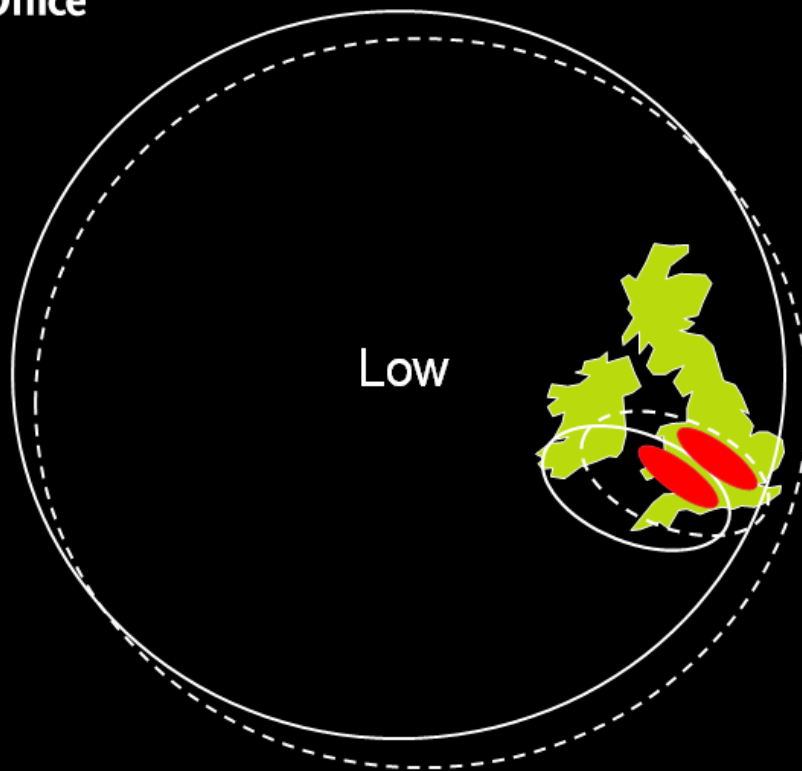
Nigel Roberts

Met Office @ Reading

© Crown copyright Met Office



Small uncertainty at large scales = large uncertainty at small scales



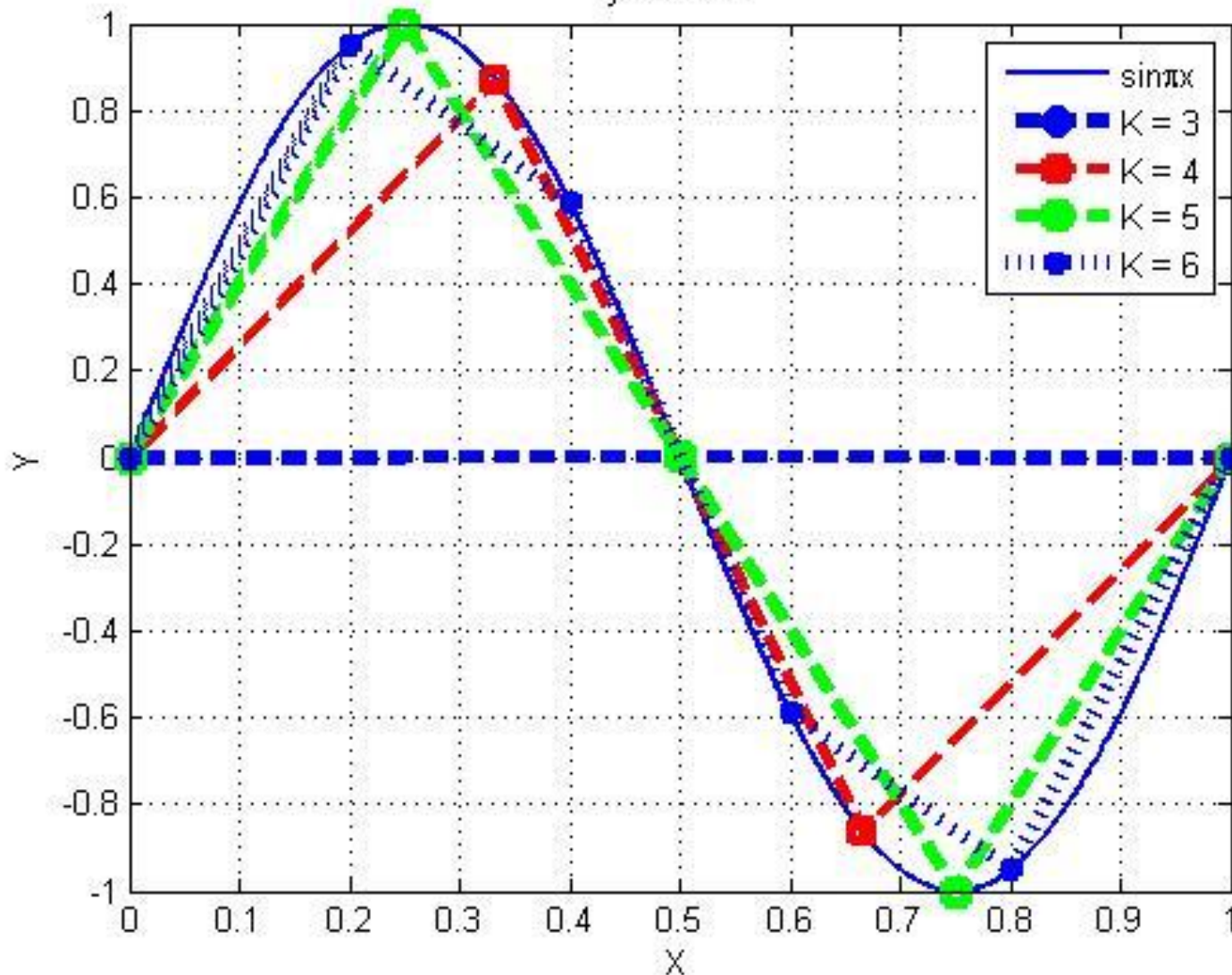
5% error at 1000 km = 100% error at 50 km

Что влияет на точность численного прогноза погоды ?

- Качество начальных данных о состоянии атмосферы и поверхности Земли (наблюдений и методов их обработки)
- Разрешение (ЧТО ЭТО?) модели атмосферы
- Полнота и точность параметризаций процессов подсеточного масштаба

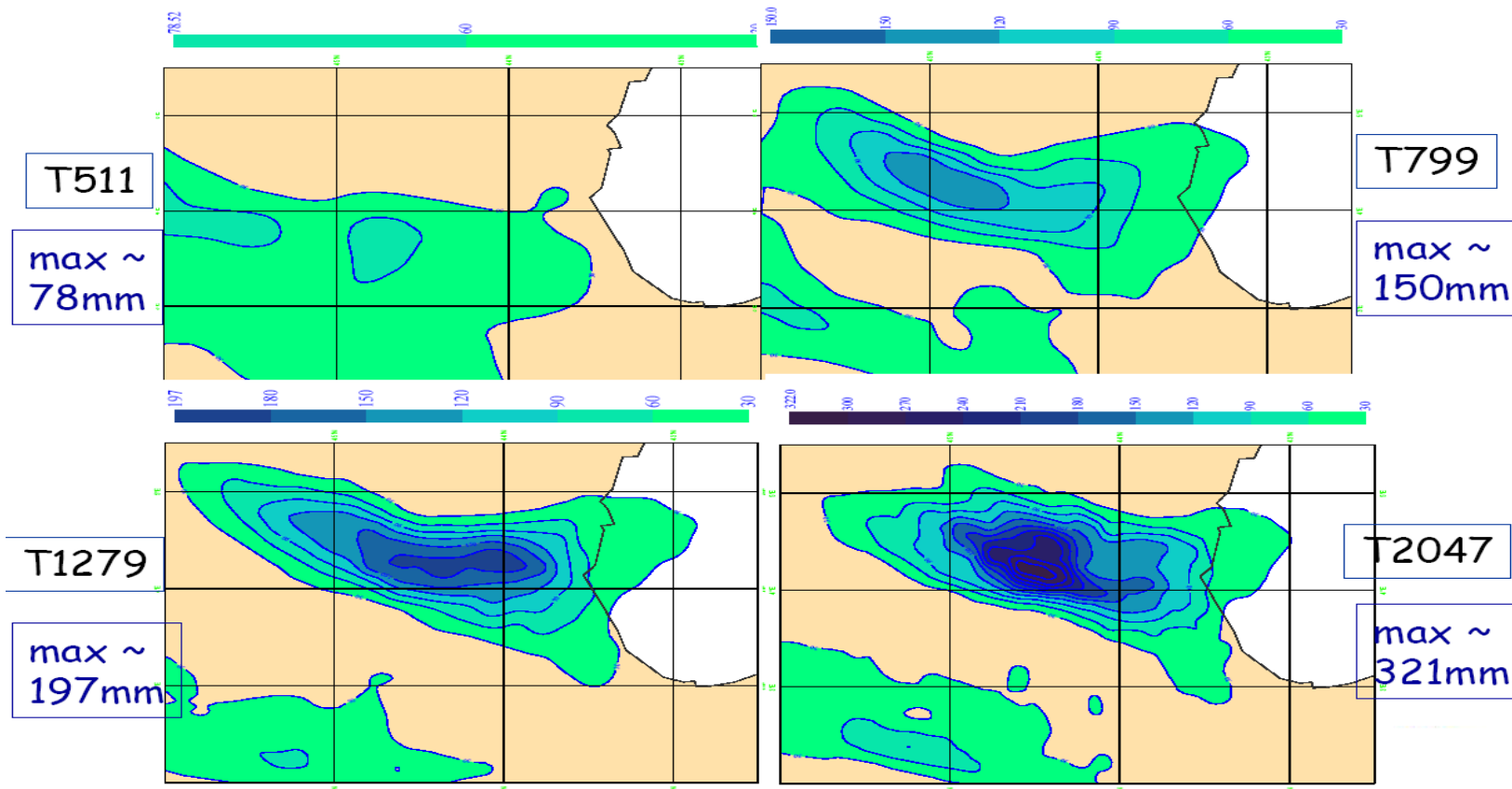
Разрешение модели – поясняющий пример

$$y = \sin \pi x$$

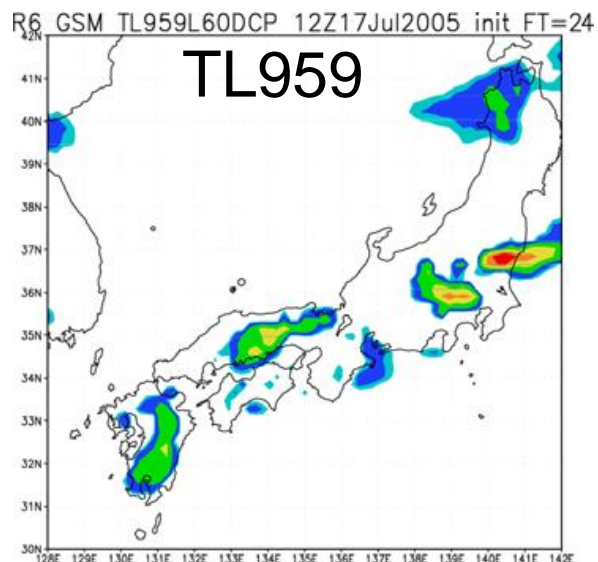
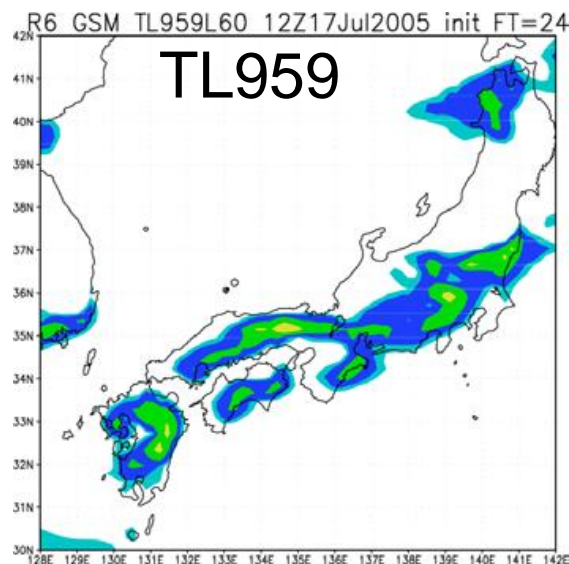
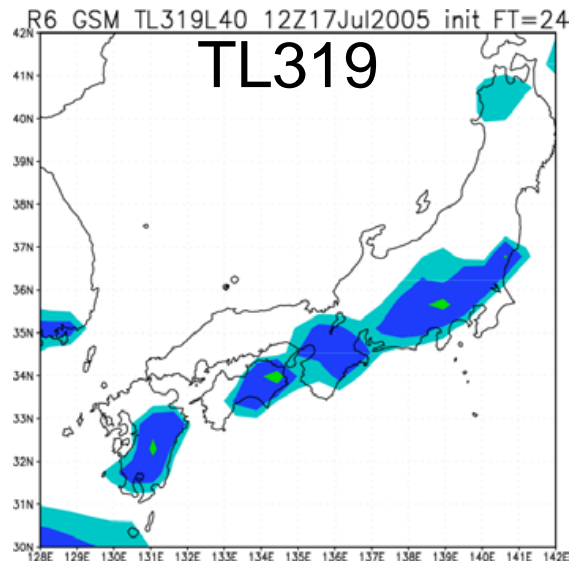
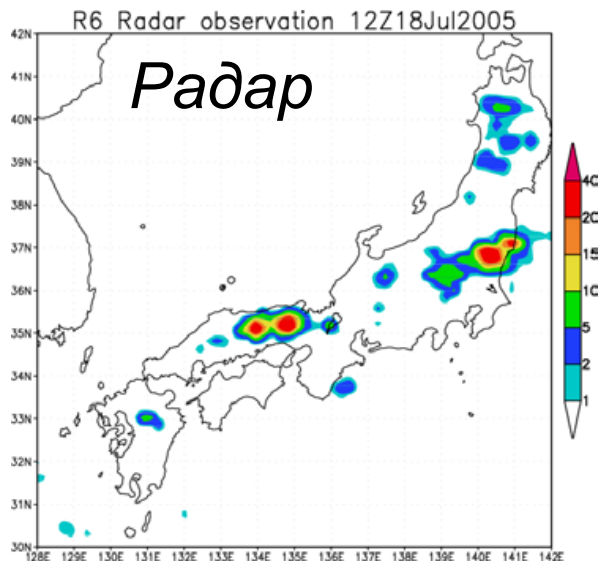


Роль разрешения модели

Осадки за вторые сутки прогноза, полученные по модели ECMWF с разным разрешением

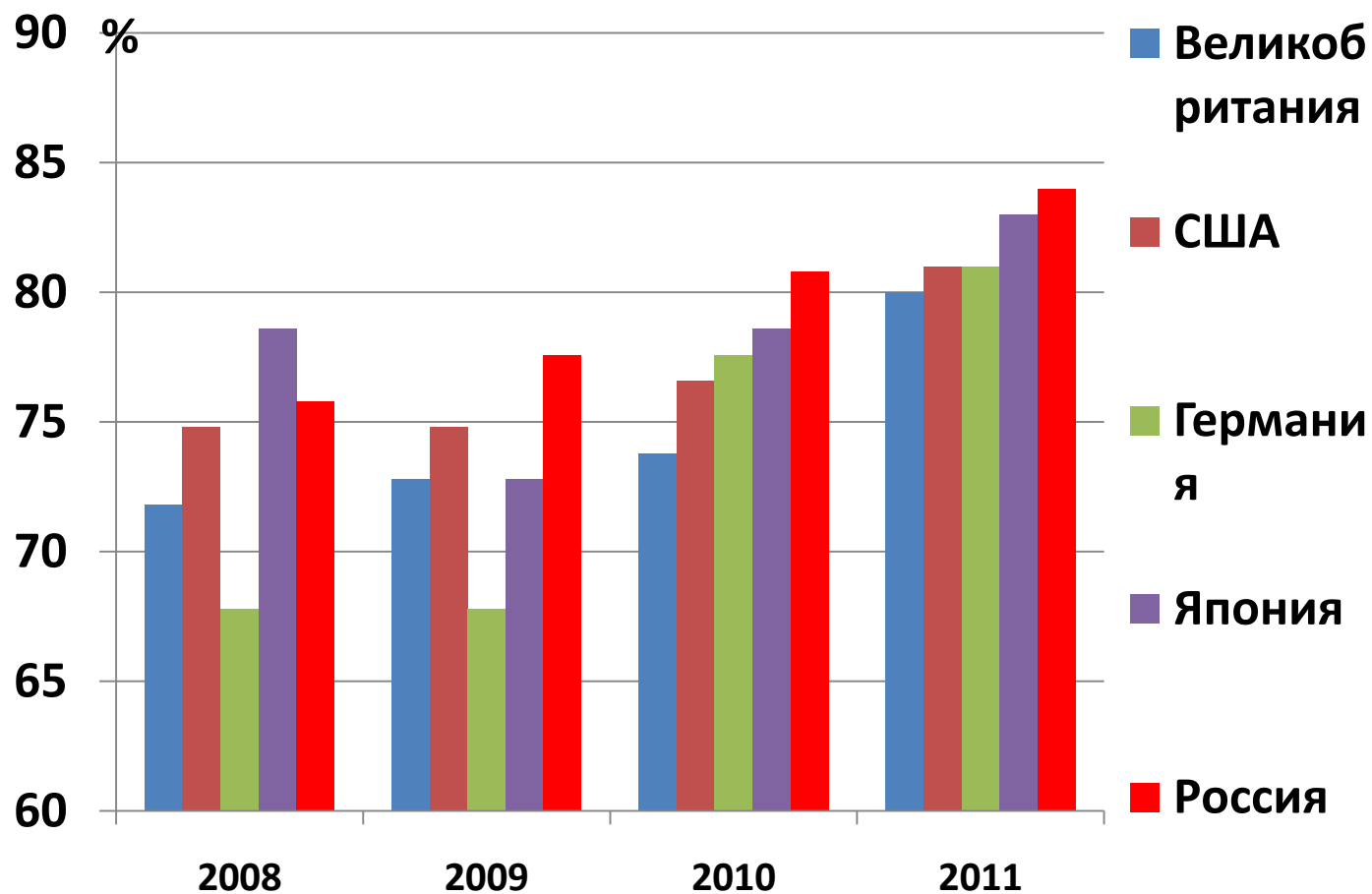


Роль улучшения разрешения и параметризаций процессов подсеточного масштаба. Осадки

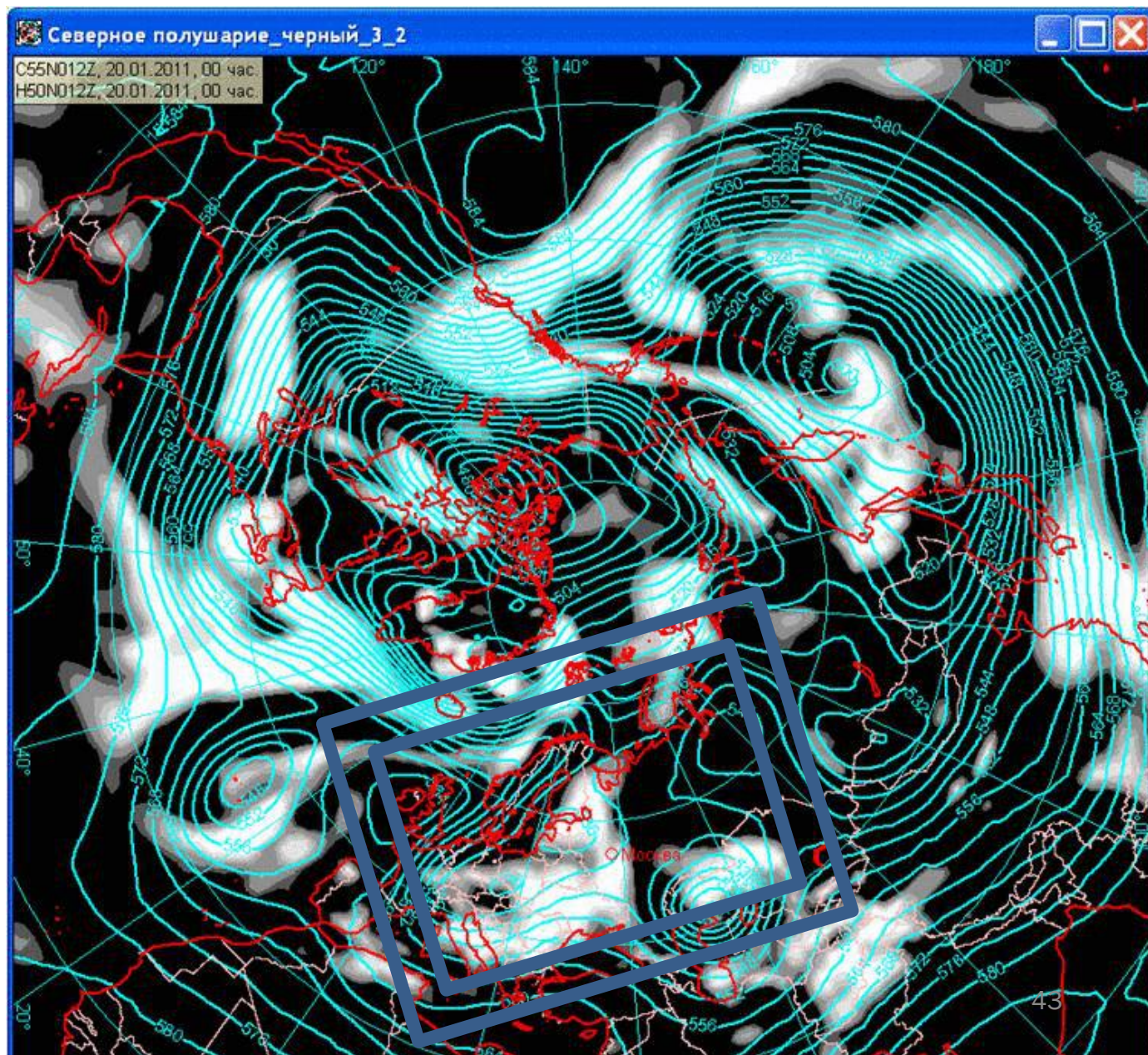


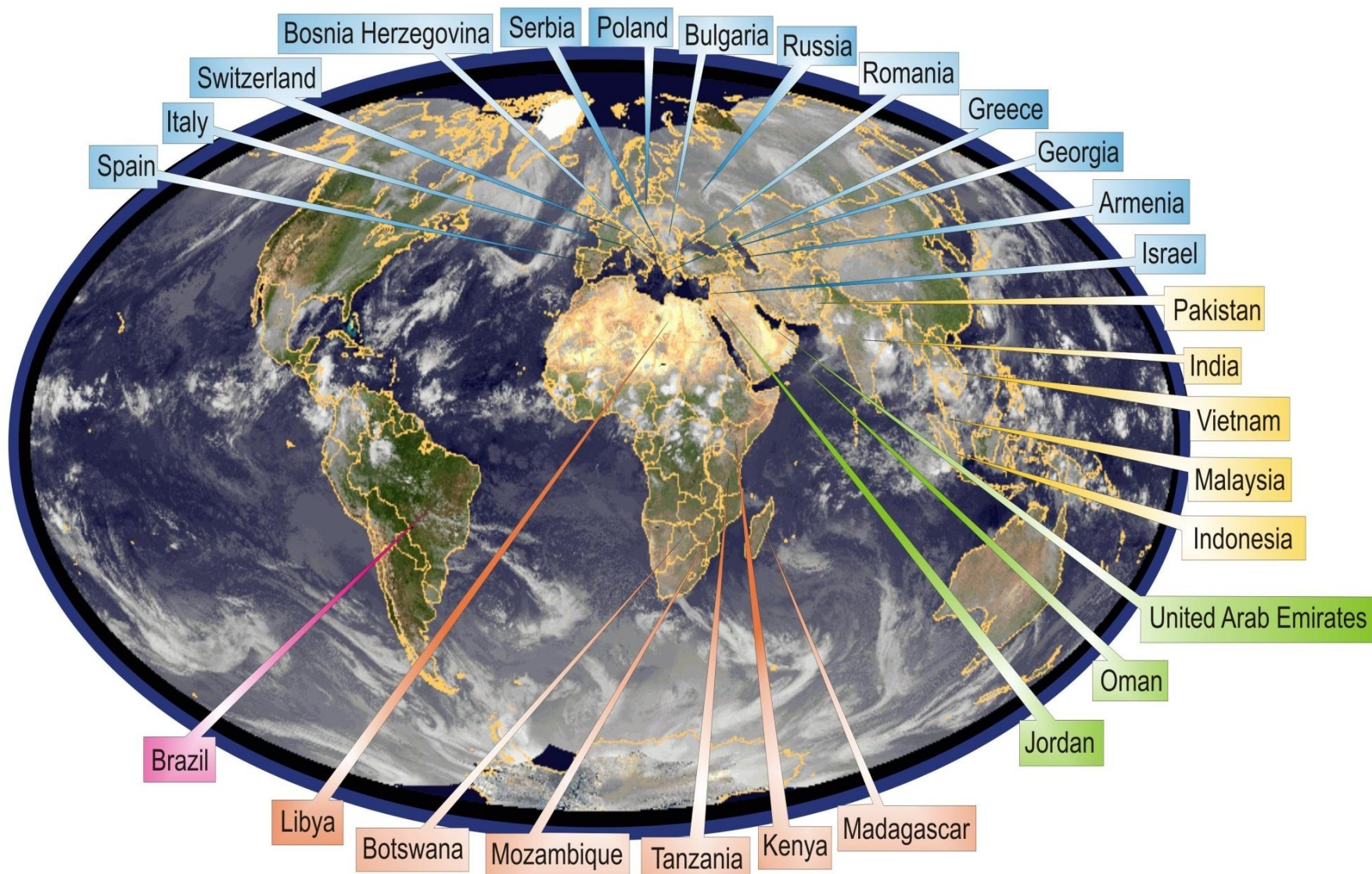
Новая схема
конвекции

Оправдываемость доступных для российских прогнозистов численных прогнозов осадков из различных стран (заблаговременность 1 сутки, ЕТР)



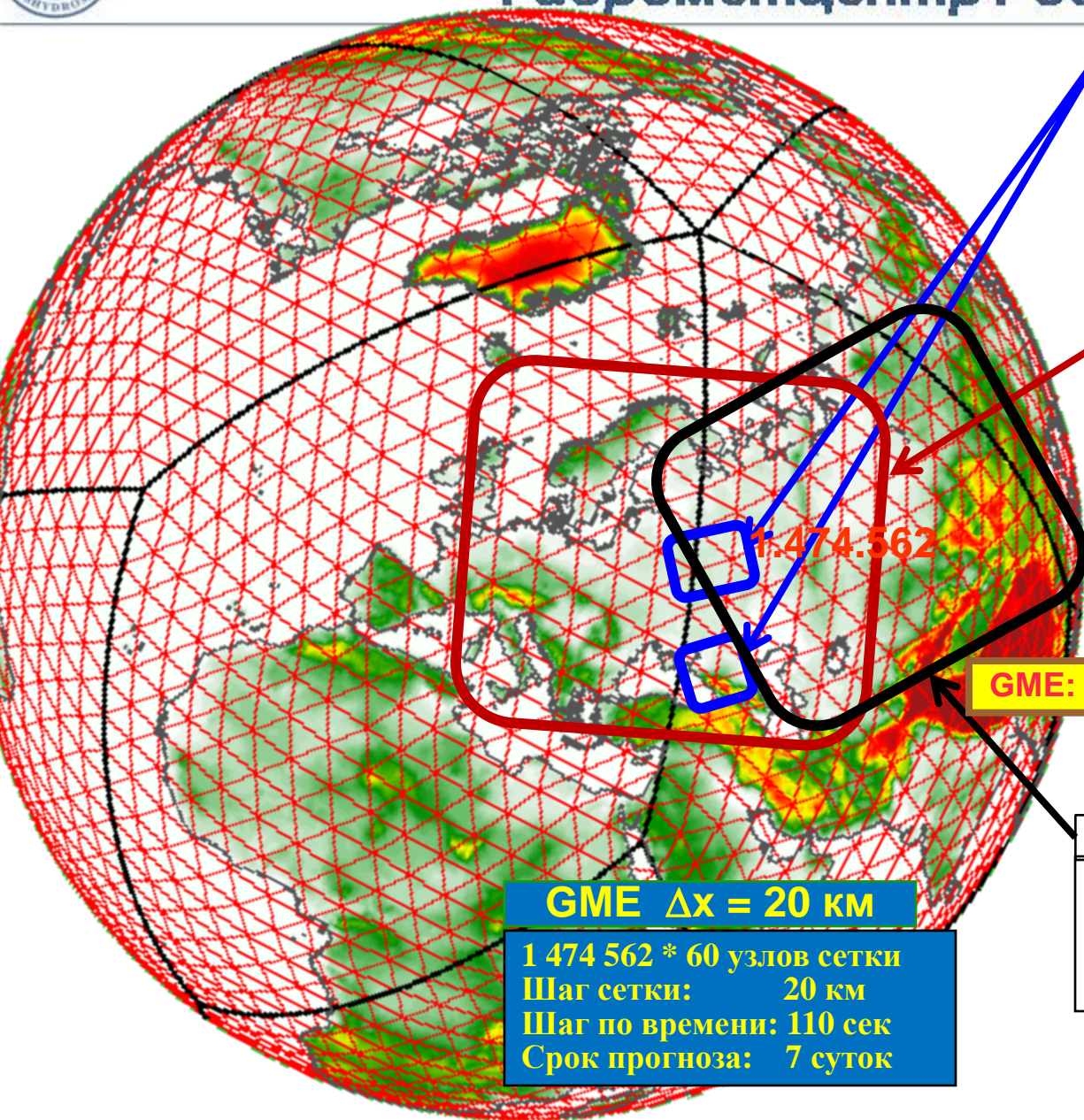
**Прогностическое
моделирование
движения
атмосферы над
Северным
полушарием**





Данные GME для 28 региональных систем прогноза погоды

Гидрометцентр России



COSMO-RU2 $\Delta x = 2.2$ км

420*470 * 50 узлов сетки
Шаг сетки: 2.2 км
Шаг по времени: 15 сек
Срок прогноза: 24-42 час.

COSMO-RU7 $\Delta x = 7$ км

700 * 620 * 40 узлов сетки
Шаг сетки: 7 км
Шаг по времени: 40 сек
Срок прогноза: 78 час.

GME: начальные и граничные данные

COSMO-RUsib $\Delta x = 14$ км

360 * 250 * 40 узлов сетки
Шаг сетки: 14 км
Шаг по времени: 80 сек
Срок прогноза: 78 час.

GME $\Delta x = 20$ км

1 474 562 * 60 узлов сетки
Шаг сетки: 20 км
Шаг по времени: 110 сек
Срок прогноза: 7 суток

COSMO-RU

Гидрометцентр России

$$F = ma$$
$$\frac{d_a \mathbf{v}_a}{dt} = \mathbf{F} / m$$

$$\frac{du}{dt} = -\frac{\alpha}{r \cos \varphi} \frac{\partial p}{\partial \lambda} + F_\lambda + \left(2\Omega + \frac{u}{r \cos \varphi}\right)(v \sin \varphi - w \cos \varphi)$$

$$\frac{dv}{dt} = -\frac{\alpha}{r} \frac{\partial p}{\partial \varphi} + F_\varphi - \left(2\Omega + \frac{u}{r \cos \varphi}\right)u \sin \varphi - \frac{vw}{r}$$

$$\frac{dw}{dt} = -\alpha \frac{\partial p}{\partial r} - g + F_r + \left(2\Omega + \frac{u}{r \cos \varphi}\right)u \cos \varphi + \frac{v^2}{r}$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} = -\nabla \cdot (\rho \mathbf{v})$$

$$p \alpha = RT$$

$$Q = C_p \frac{dT}{dt} - \alpha \frac{dp}{dt}$$

$$\frac{\partial \rho q}{\partial t} = -\nabla \cdot (\rho \mathbf{v} q) + \rho(E - C)$$

Система дифференциальных уравнений модели COSMO

Гидрометцентр России

НЕГИДРОСТАТИЧНОСТЬ

и уравнение для вертикальной составляющей скорости ветра

Если шаг сетки по горизонтали **менее 10 км**, то необходимо использовать **негидростатическое** приближение.

$$\frac{dw}{dt} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial r} - g + F_r + \left(2\Omega + \frac{u}{r \cos \varphi}\right) u \cos \varphi + \frac{v^2}{r}$$

Если шаг сетки по горизонтали **более 10 км**, то имеет смысл использовать **квазигидростатическое** приближение.

$$\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial r} = -g$$

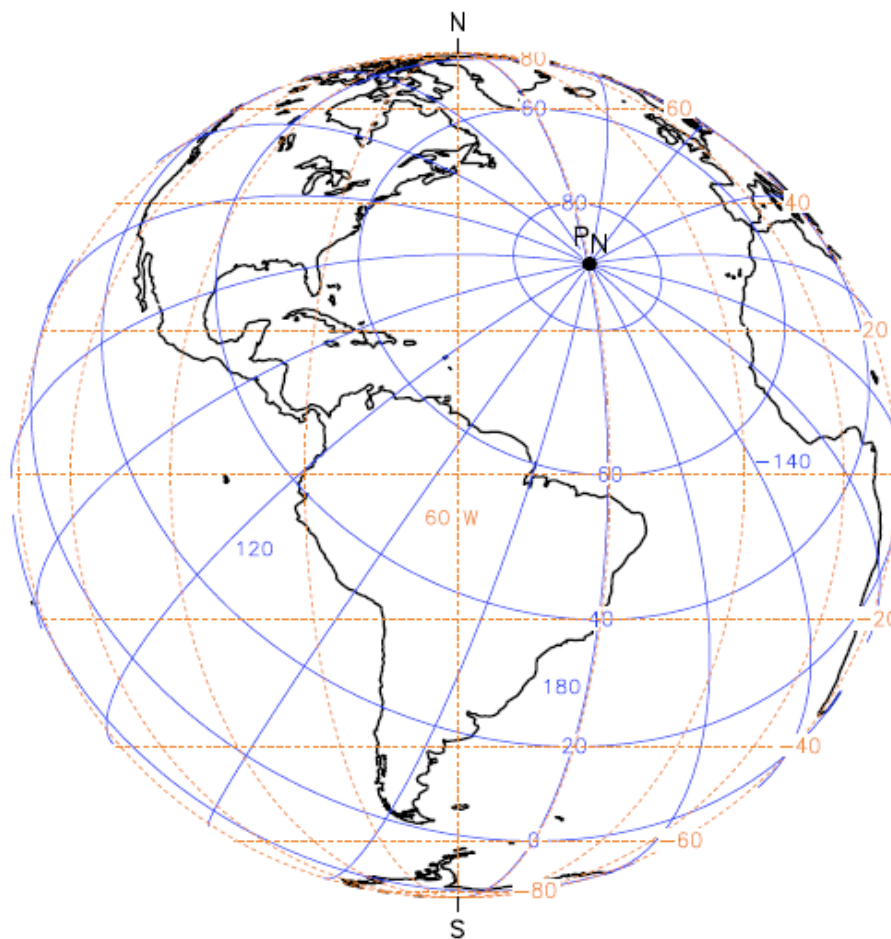
Модель COSMO (> 1999 г.)



Горизонтальные координаты

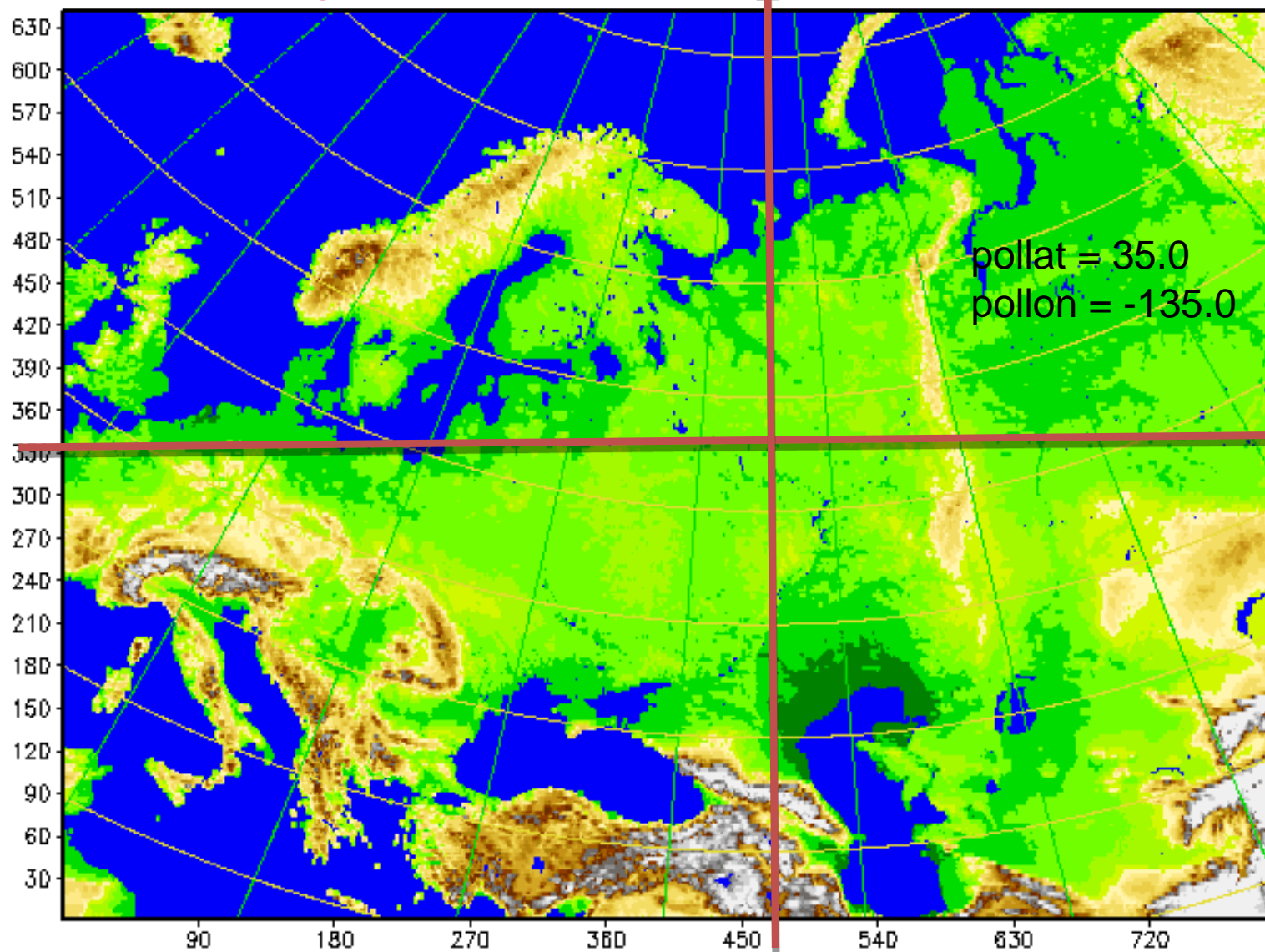
$$\lambda_g^N = 40^\circ$$

$$\varphi_g^N = 30^\circ$$



Географическая и сдвинутая сферические системы координат с координатами сдвинутого полюса

Географическая и сдвинутая сферические системы координат для COSMO-RU



Блок физических параметризаций

- Подсеточная турбулентность
- Приземный слой
- Крупномасштабная облачность и осадки
- Подсеточная облачность
- Влажная конвекция
- Мелкая конвекция
- Радиация
- 7 уровневая модель почвы
- Модель озера
- Подсеточная орография

Гидрометцентр России

УРОВНИ

АТМОСФЕРА

COSMO-RU07

N **p, mm** **z, m**

$n-1/2$

w, z

0,5 20 23589

n

T, u, v, p_0

1 30 22300

$n+1/2$

w, z

8,5 203 11879



ПОЧВА: 7 – уровней

БАЛАНС ЭНЕРГИИ

ВОДНЫЙ БАЛАНС

Погричный слой

17,5 499 5569

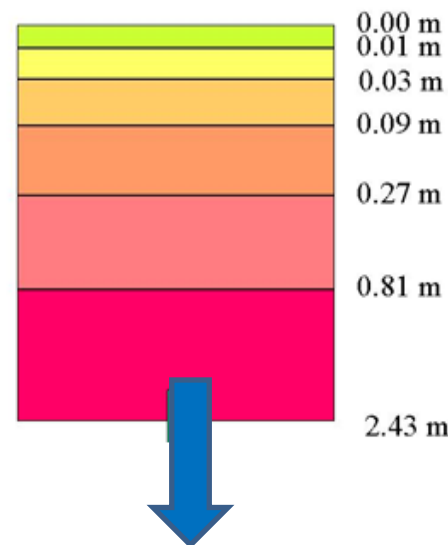
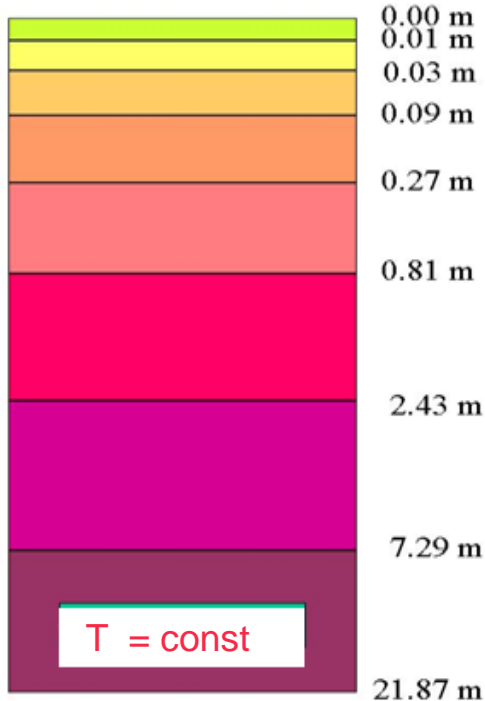
27,5 830 1546

35,5 975 214

39,5 997 20

40 998 10

40,5 1000 0



7 N	Z	2.2 N	Z
1	23 589	1	22 000
3	18 834	4	19 085
5	15 978	8	15 587
7	13 763	10	13 998
9	11 879	13	11 807
11	10 211	15	10 470
13	8 711	18	8 643
15	7 355	20	7 539
17	6 132	23	6 050
19	5 035	25	5 162
21	4 060	26	4 750
23	3 201	29	3 630
25	2 456	32	2 680
27	1 823	35	1 891
29	1 295	38	1 254
31	871	41	757
33	542	43	500
35	303	45	299
37	143	47	150
39	49	49	51
41	0	51	0

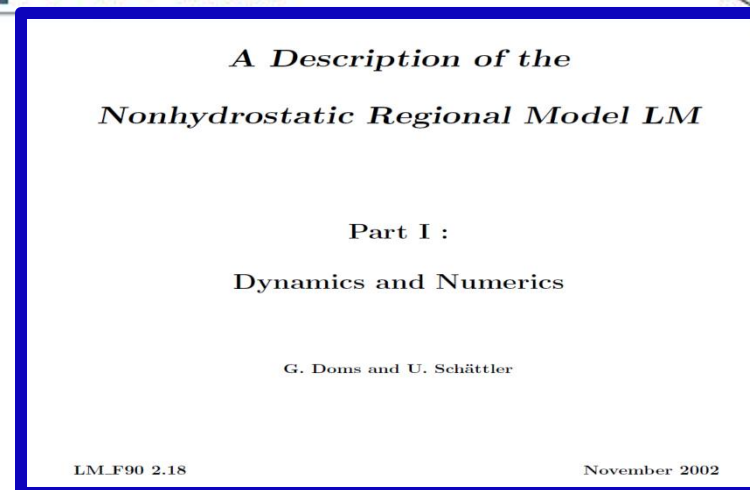
Гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды
 ФГУП «Всероссийский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»
CCSMO-RU07
 &&
CCSMO-RU02

7 N	Z	2.2 N	Z
21	4 060	38	3 984
22	3 616	29	3 630
23	2 101	34	2 137
24	2 815	32	2 680
25	2 456	35	1 891
26	2 126	36	1 662
27	1 823	37	1450
28	1 546	38	1254
29	1 295	39	1 073
30	1 070	40	908
31	871	41	757
32	695	42	621
33	542	43	500
34	412	44	393
35	303	45	299
36	214	46	218
37	143	47	150
38	89	48	65
39	49	49	51
40	20	50	20
41	0	51	0

< 1550 м :
12 уровней
13 уровней

< 550 м :
8 уровней
8 уровней

МЕТОД РЕШЕНИЯ



4.3.4 Outline of an Integration Step

As mentioned in the previous subsection, not all terms contributing to the tendency due to slow modes are considered by the forcing function f_ψ , which is used in the small time step sub-integration of the equations. The remaining terms are integrated subsequent to time splitting using the Marchuk splitting method (Marchuk, 1975).

To illustrate this method, we rewrite the model equations in the symbolic form (4.31) as

$$\frac{\partial \psi}{\partial t} = s_\psi + f_\psi^{TS} + | S_\psi^c + M_\psi^{CM} + M_\psi^{LB} + M_\psi^{RD}. \quad (4.89)$$

s_ψ denotes the terms related to the fast modes and f_ψ^{TS} represents the slow-mode tendencies except for cloud condensation and evaporation (S_ψ^c), computational mixing (M_ψ^{CM}), lateral boundary relaxation (M_ψ^{LB}) and Rayleigh damping at the upper boundary (M_ψ^{RD}).

Marchuk, G. I., 1975: Numerical Methods in Weather Prediction. Academic Press, 227 p.

Внешние параметры

1. Постоянные внешние параметры:

HSURF	Высота подстилающей поверхности.
FIS	(или) Геопотенциал подстилающей поверхности.
FR_LAND	Доля суши в ячейке (суша=1; море=0).
SOILTYP	Тип почвы в ячейке.
ZO	Параметр шероховатости.

2. Внешние параметры для озер:

FR_LAKE	Доля ячейки, занятая водной поверхностью.
DEPTH_LK	Средняя глубина озера в ячейке.

3. Характеристики растительности:

PLCOV	Покрытие ячейки растительностью.
LAI	Индекс площади листьев.
ROOTDP	Глубина корней.

4. Доля лесной растительности:

FOR_E	Доля ячейки, покрытая вечнозеленым лесом.
FOR_D	Доля ячейки, покрытая лиственным лесом.

5. Содержание озона:

VIO3	Содержание озона в вертикальном столбе атмосферы
HMO3	Высота максимума содержания озона.

Характеристики почвы и поверхности

6. Обязательные характеристики поверхности:

T_SNOW	Температура поверхности снега.
W_SNOW	Содержание воды в снеге.
W_I	Количество просачивающейся воды в снеге.
QV_S	Удельное содержание водяного пара у поверхности.
T_S	Температура поверхности.

7. Обязательные характеристики почвы (для почвы TERRA-MULTILAYER):

T_SO	Температура почвенных уровней.
W_SO	Влагосодержание почвенных уровней.
FRESHSNW	Индекс «свежести» снега.
RHO_SNOW	Прогностическая мощность снежного покрова.

Начальные данные для атмосферы

Обязательные:

U	Зональная компонента скорости ветра
V	Меридиональная компонента скорости ветра
W	Вертикальная компонента скорости ветра (полуцелые уровни)
T	Температура
PP	Отклонение давления от среднего (эталонного)
QV	Удельное влагосодержание
QC	Удельное содержание облачной воды.

Дополнительные:

QI	Удельное содержание льда в облаке
QR	Удельное содержание дождевых капель
QS	Удельное содержание снега
QG	Удельное содержание града.

Боковые граничные условия

Граничные условия также можно разделить на **три группы**:

- **Характеристики почвы и поверхности:**
T_SNOW, W_SNOW, QV_S. Эти параметры являются обязательными.
- **Характеристики атмосферы:**
обязательными являются следующие параметры:
U, V, T, PP, QV, QC.
Граничные условия для вертикальной компоненты скорости ветра W необходимы, если отключено условие свободной верхней границы (lw_freeslip=.FALSE.).
- **Граничные условия для дополнительных характеристик влажности**
QI, QR, QS и QG не обязательны
и зависят от наличия этих полей в исходной модели.

Прогностические метеорологические величин

Трёхмерные (более 70) поля выдаются на

✓ 40 модельных целочисленных уровнях;

✓ 18 изобарических поверхностях:

**1000, 975, 950, 925, 900, 850, 700, 600, 500, 400,
300, 250, 200, 150, 100, 75, 50 и 25 гПа;**

✓ 30 изометрических поверхностях:

**2, 10, 50, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900,
1000, 1500, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000,
9000, 10000, 11000, 12000, 13000, 15000, 17000,
19000 и 20000 м;**

✓ 8 уровнях в почве:

1, 2, 6, 18, 54, 162, 486 и 1458 см.

02.45 НАЧАЛО

02.45-02.50 GME ==> COSMO-RU

GME (h=20 км): НАЧАЛЬНЫЕ и ГРАНИЧНЫЕ УСЛОВИЯ (GRIB)

02.50-03.20 COSMO-RU

НАЧАЛЬНЫЕ и ГРАНИЧНЫЕ УСЛОВИЯ COSMO-RU - GRID

03.20-03.30 ВИЗУАЛИЗАЦИЯ

GRIB: COSMO-RU ПРОГНОЗЫ и ТЕКСТОВЫЕ МЕТЕОГРАММЫ

03.30-03.35 E-MAILS

КАРТЫ и МЕТЕОГРАММЫ

03.30-03.45 FTP: ФАЙЛЫ, КАРТЫ

03.45 КОНЕЦ

15.04.2012 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ ОПЕРАТИВНОЙ СИСТЕМЫ COSMO-RU07



Гидрометцентр России

Автоматизированная оперативная рассылка и передача прогностических полей, карт и метеограмм по почте и по ftp, полученных 4 раза в сутки в оперативном режиме по модели COSMO-RU-7км

1. База данных LMW7 Гидрометцентра России.
2. Центральный Федеральный Округ: 17 областных ЦГМС.
3. Московское метеобюро:
на ftp-сервер записываются поля метеоэлементов согласно списку, согласованному с Гидрометцентром России.
4. ЦГМС ЧАМ (Специализированный центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Черного и Азовского морей) (Сочи)
5. Северо-западное УГМС (Санкт-Петербург)
на ftp-сервер записываются поля метеоэлементов согласно списку, согласованному с Гидрометцентром России.
6. Северное УГМС (Архангельск).
7. УГМС Республики Татарстан (Казань).
8. Обнинск, “Тайфун”:
поля прогноза для 40 уровней модели,
45 метеограмм для 9 атомных электростанций.
9. Республиканский Гидрометцентр Республики Беларусь (Минск).
10. Обь-Иртышское УГМС (Омск).
11. Западно-Сибирское УГМС (Новосибирск).
12. Средне-Сибирское УГМС (Красноярск).
13. Валдайский филиал ГГИ (Валдай).
14. Черное море и Каспий (океанографы Гидрометцентра России).
15. Байконур (прогноз вертикального профиля ветра по требованию).

В настоящее время ежедневно

(для 00, 06, 12 и 18 часов ВСВ)

через 3 часа 50 мин. после срока наблюдения
система COSMO-RU07/02 км:

- **за сутки подготавливает около 8000**
прогностических карт и 1000 метеограмм,
- **автоматически рассылает их в**
прогностические учреждения
Росгидромета,
- **выкладывает около 40 гб файлов в коде**
GRIB на ftp-серверы.

ПРОДУКЦИЯ COSMO

- Прогностические поля в базе данных ГМЦ
- Прогностические поля на уровнях модели
- GRIB
- Карты
- Метеограммы и вертикальные профили
- Прогностические поля в GisMeteo



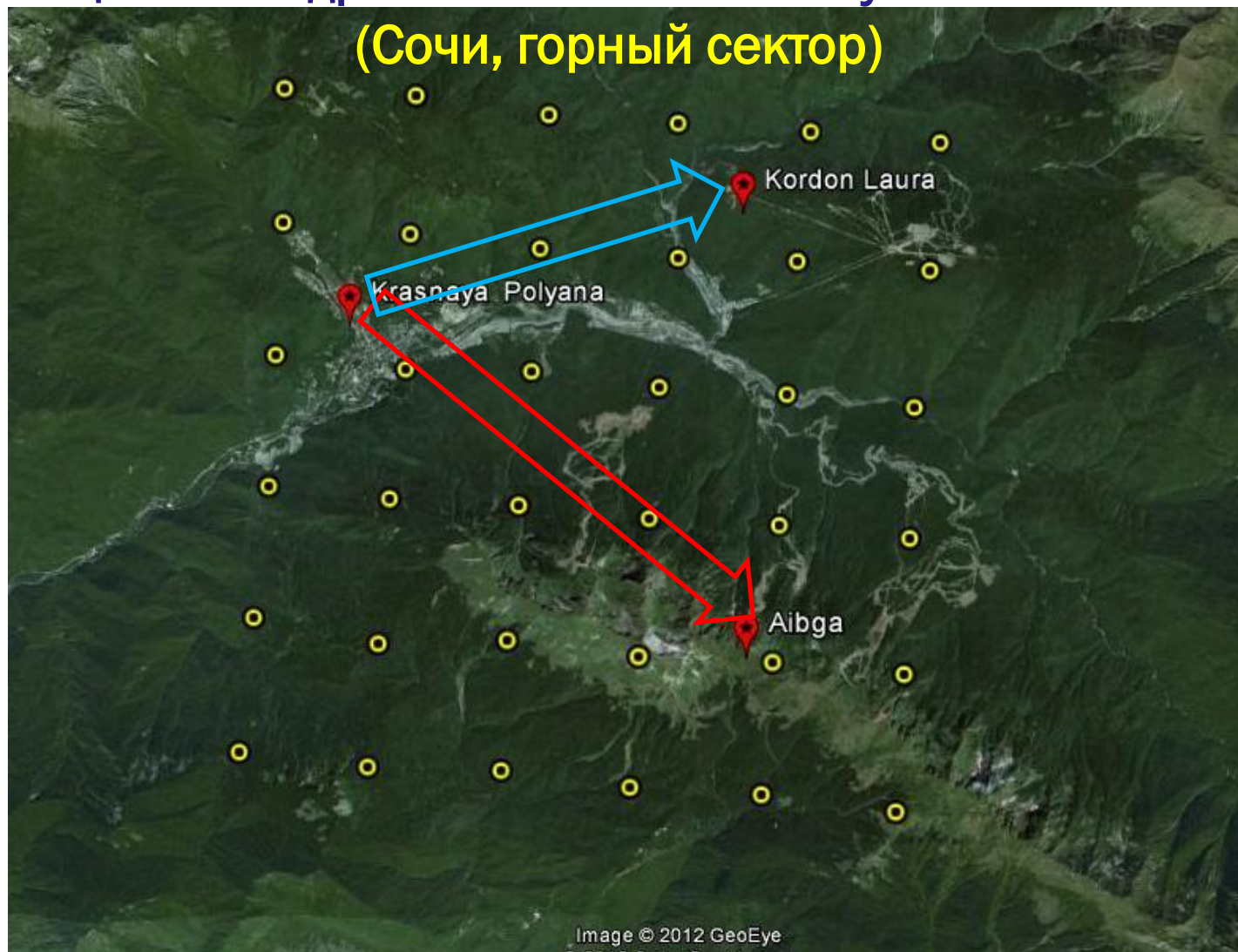
Список карт

Список полей / Регион

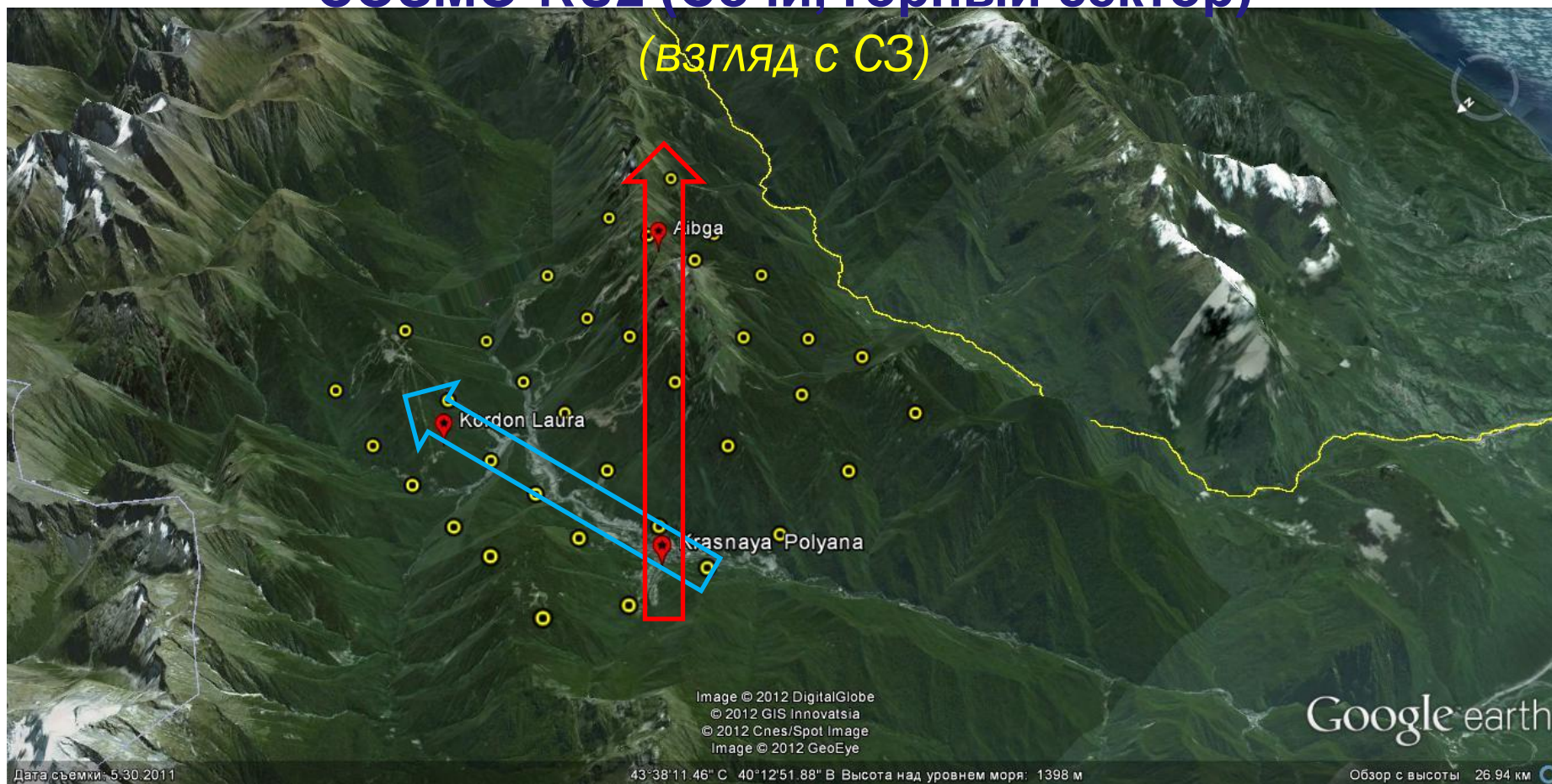
	RU 07	Ц ФО	Сочи 201 4	Урал Сиб	мо ря	П ФО
Давление на уровне моря, облачность среднего яруса, осадки;	+	+	+	+		+
Давление на уровне моря, осадки за прошедшие 12 часов;	+	+	+	+		
Давление на уровне моря, температура воздуха на высоте 2м, H500;	+	+	+	+		+
Приземный и максимальный ветер на 10 м;	+	+	+	+	+	+
Геопотенциал и линии тока на 300, 500, 700 гПа;				+		
Геопотенциал и относительная влажность на уровне 850, 925 гПа;			+			
Высота верхней границы конвективной облачности, ветер на H500;	+	+	+	+		
Высота нижней границы конвективной облачности, ветер на H500;	+	+	+			
Точка росы на уровне 2 м над поверхностью	+	+				
Порывы, направление и скорость ветра на 10 м	+	+	+	+	+	

Станции Росгидромета и ближайшие узлы COSMO-RU2

(Сочи, горный сектор)

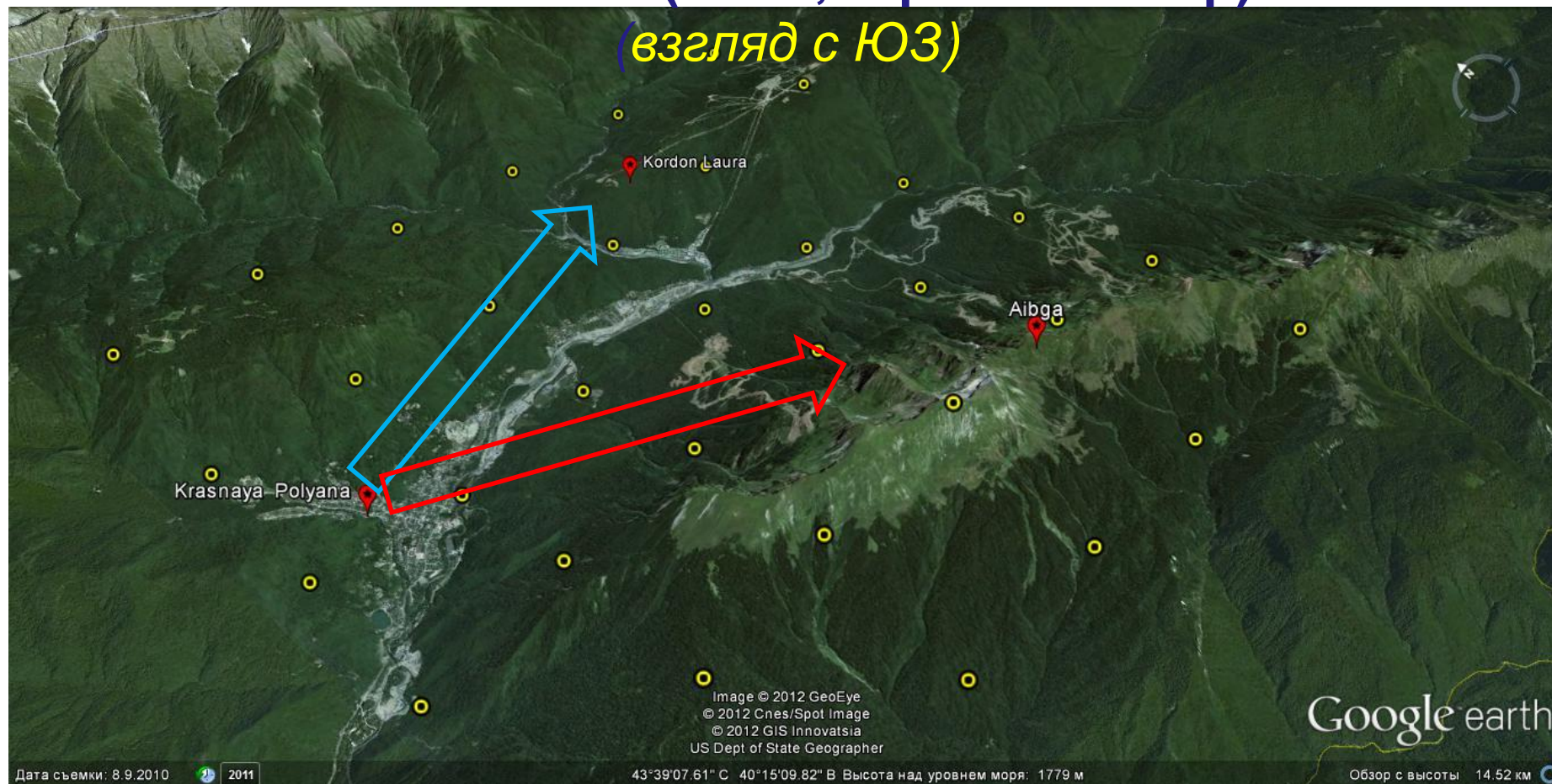


Станции Росгидромета и ближайшие узлы COSMO-RU2 (Сочи, горный сектор)



Станции Росгидромета и ближайшие узлы COSMO-RU2 (Сочи, горный сектор)

(взгляд с ЮЗ)





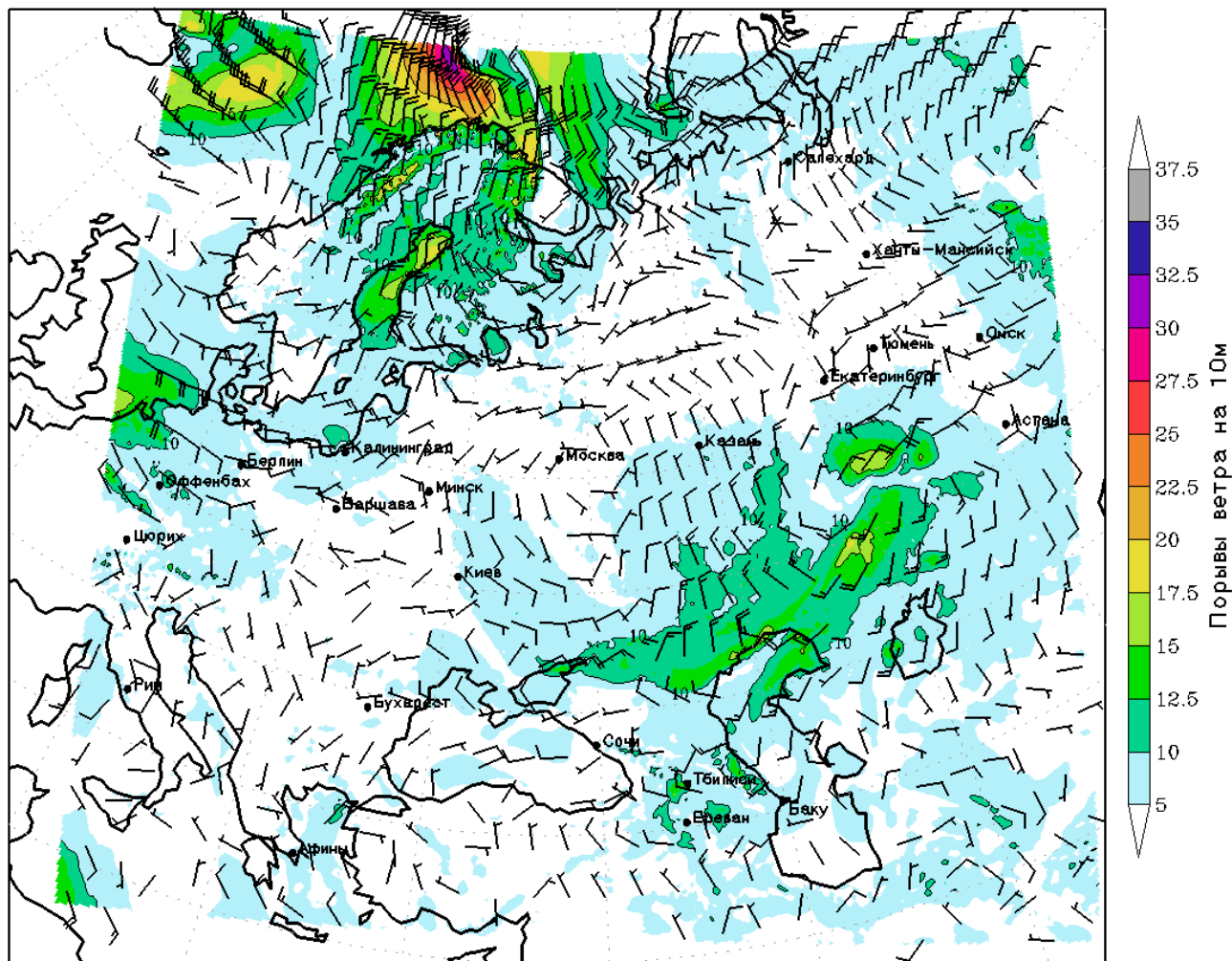
ПРИМЕРЫ ПРОГНОСТИЧЕСКИХ КАРТ COSMO-RU-07/02

ПОРЫВЫ ВЕТРА

COSMO-RU-
07 км.

Прогноз
на
78 часов.
по данным
за 01 мая
2012 г.
00 UTC

04:00 01мая 2012 (МСК): Ветер на 10м



Прогноз на 0ч. от 04:00 01мая 2012 (МСК)
COSMO-RU 7км

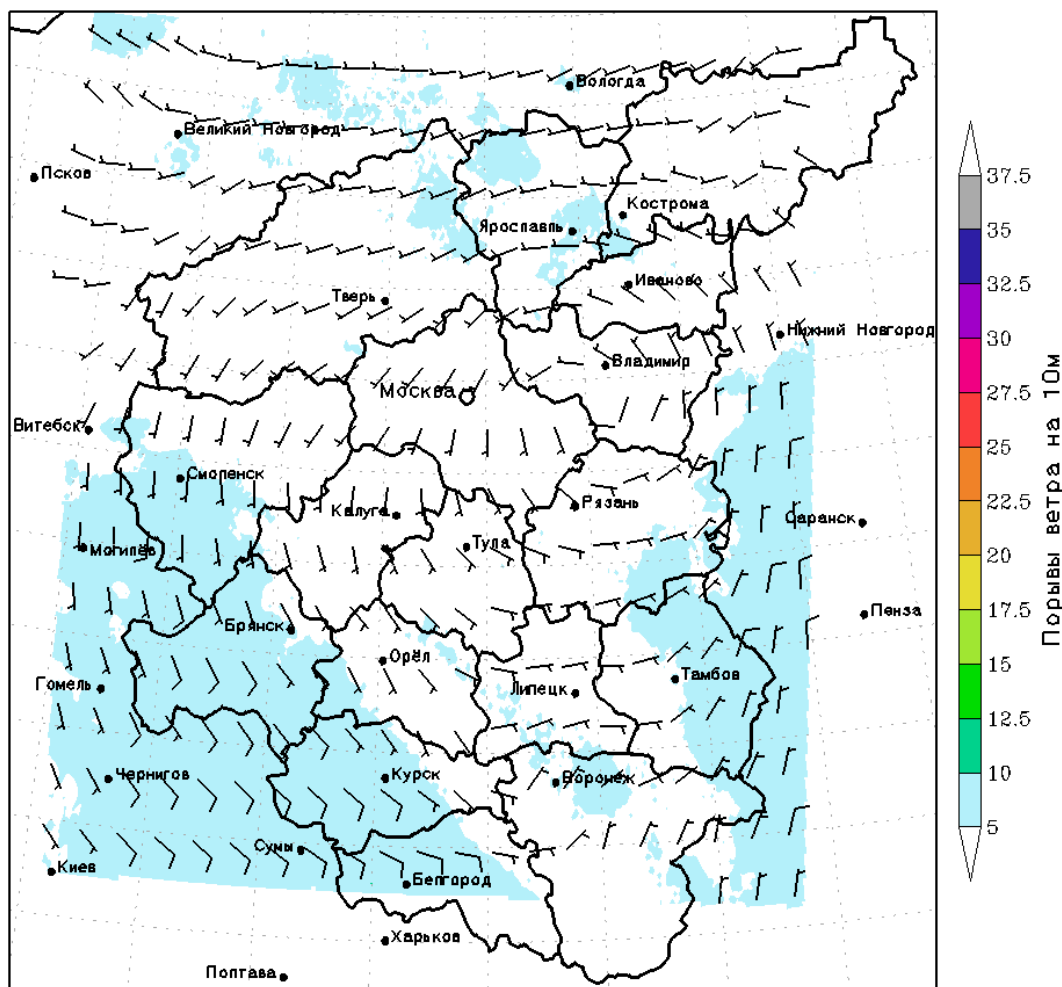
ветер на 10м

ПОРЫВЫ ВЕТРА

COSMO-RU-
02 км.

Прогноз на
24 часа
по
данным за
01 мая 2012 г.
00 UTC

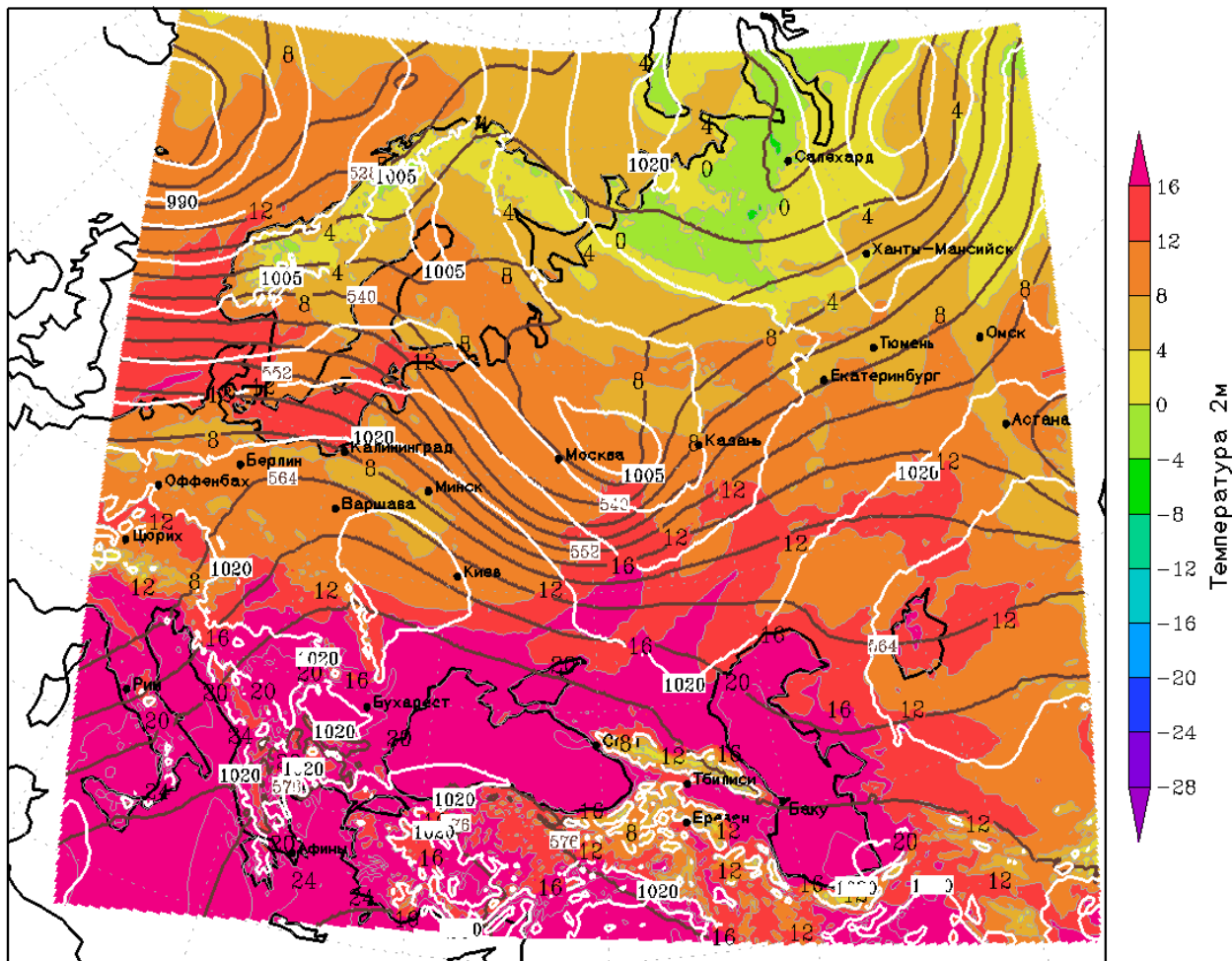
04:00 01мая 2012 (МСК): Ветер на 10м



Прогноз на 0ч. от 04:00 01мая 2012 (МСК)
COSMO-RU 2.2км

ветер на 10м

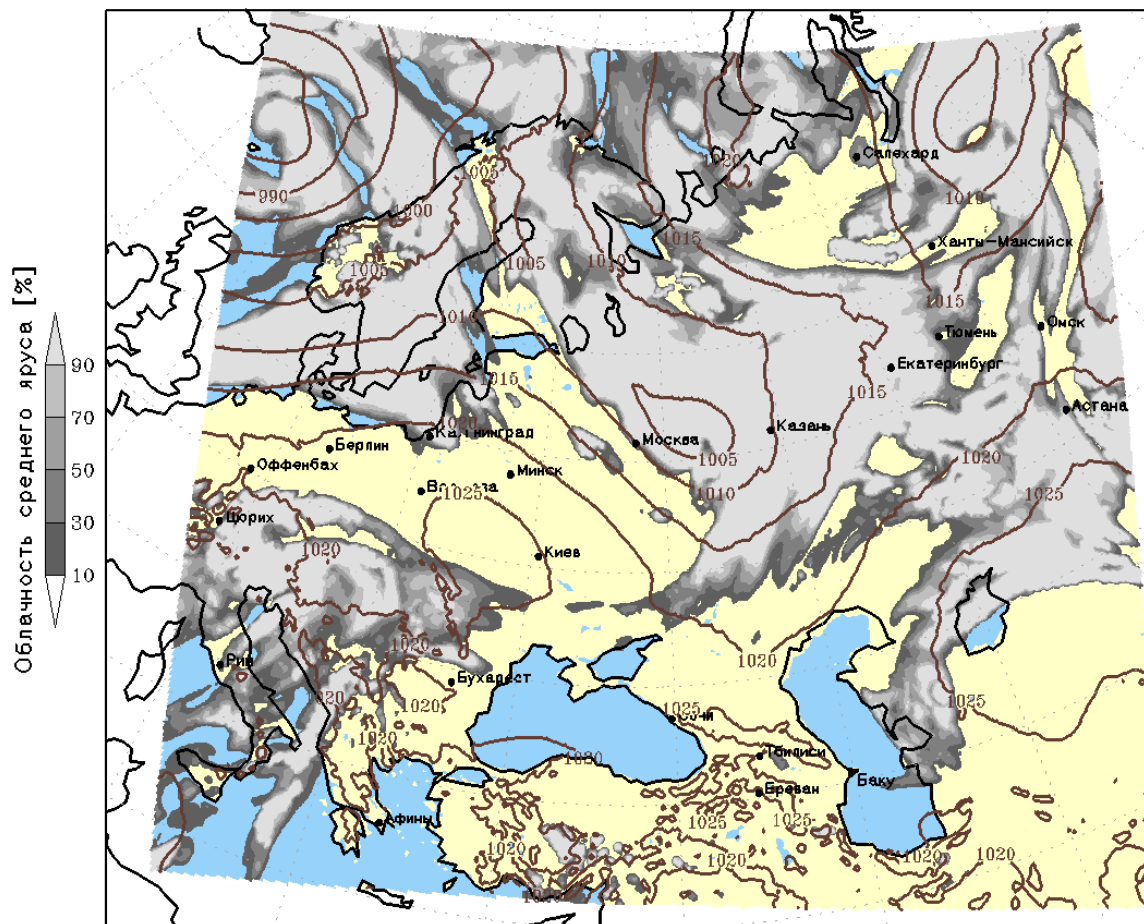
04:00 01 окт 2012 (МСК): T2м, P ур. моря, H500



Прогноз на 0ч. от 04:00 01 окт 2012 (МСК)
COSMO-RU 7км

— H500
— Давление на уровне моря

04:00 01 окт 2012 (МСК): Р ур. моря, облачность, осадки



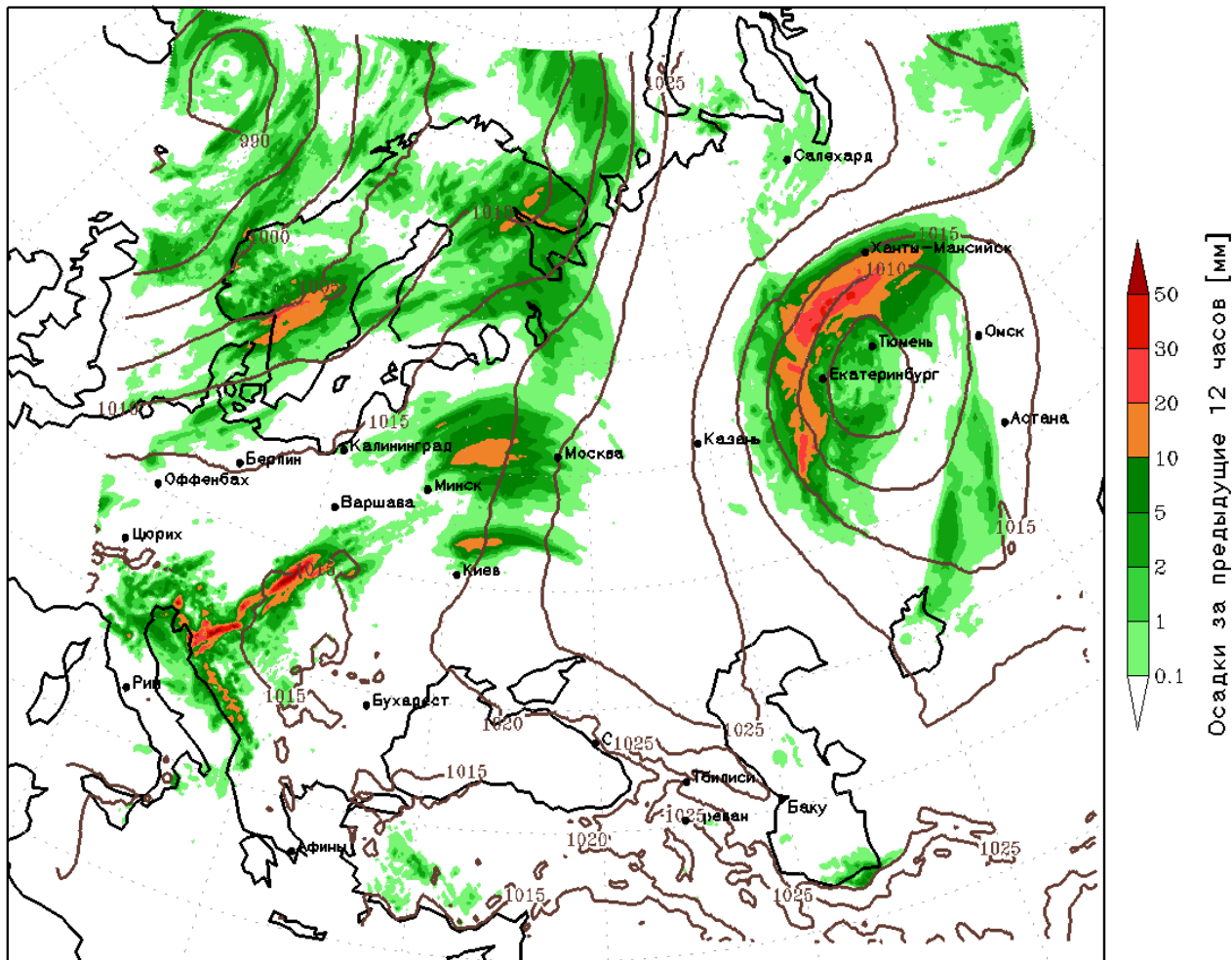
Прогноз на 0ч. от 04:00 01 окт 2012 (МСК)

COSMO-RU 7км

— Давление на уровне моря

Гидрометцентр России

22:00 02 окт 2012 (МСК):
Осадки за предыдущие 12 часов [мм]



Прогноз на 42ч. от 04:00 01 окт 2012 (МСК)
COSMO-RU 7км

— Давление на уровне моря



Гидрометцентр России

ВЕТЕР
500 гПа
700 гПа
850 гПа
500 м
10 м

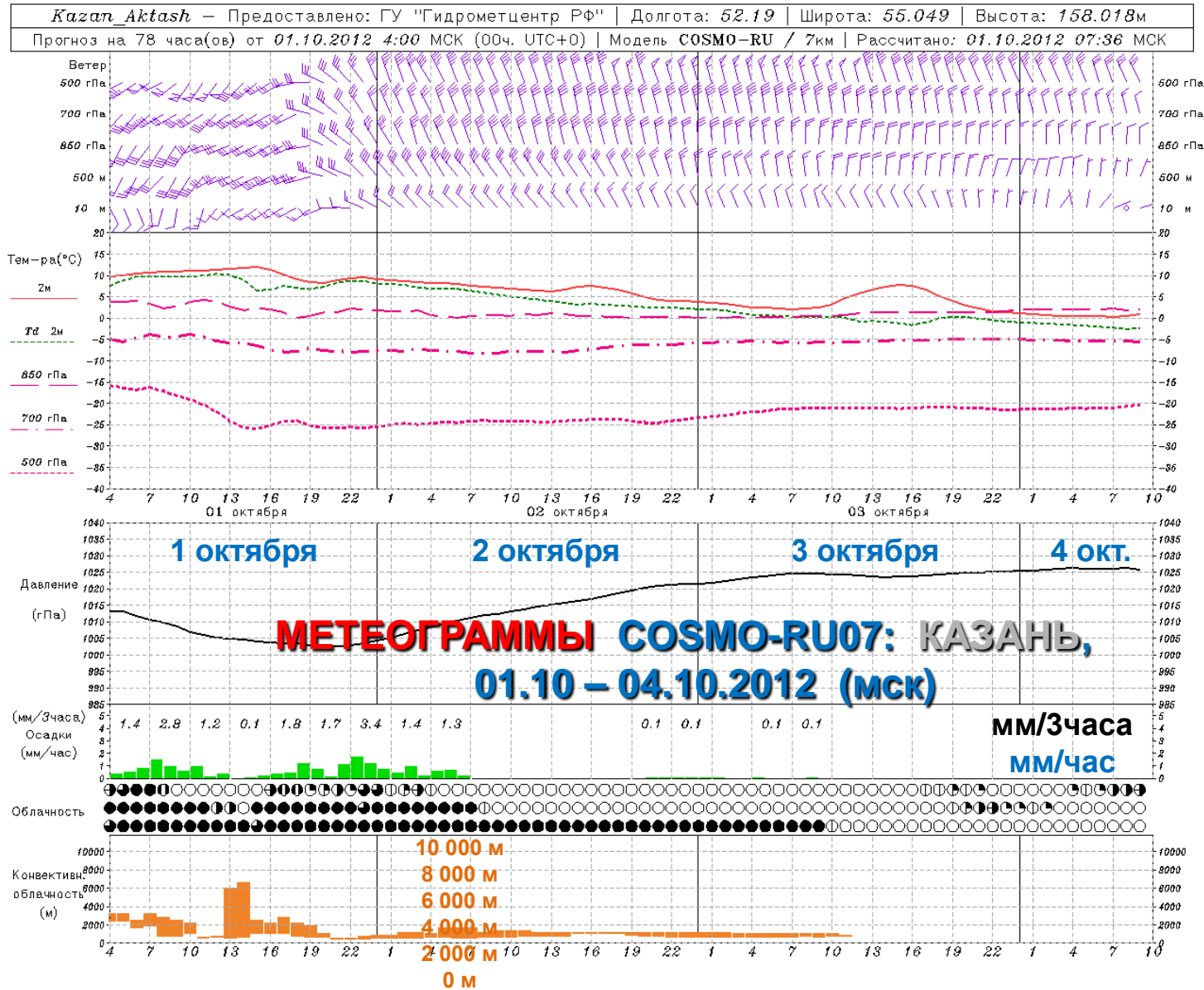
T2м
Td2м
T850
T700
T500

ДАТА И ЧАСЫ

ДАВЛЕНИЕ

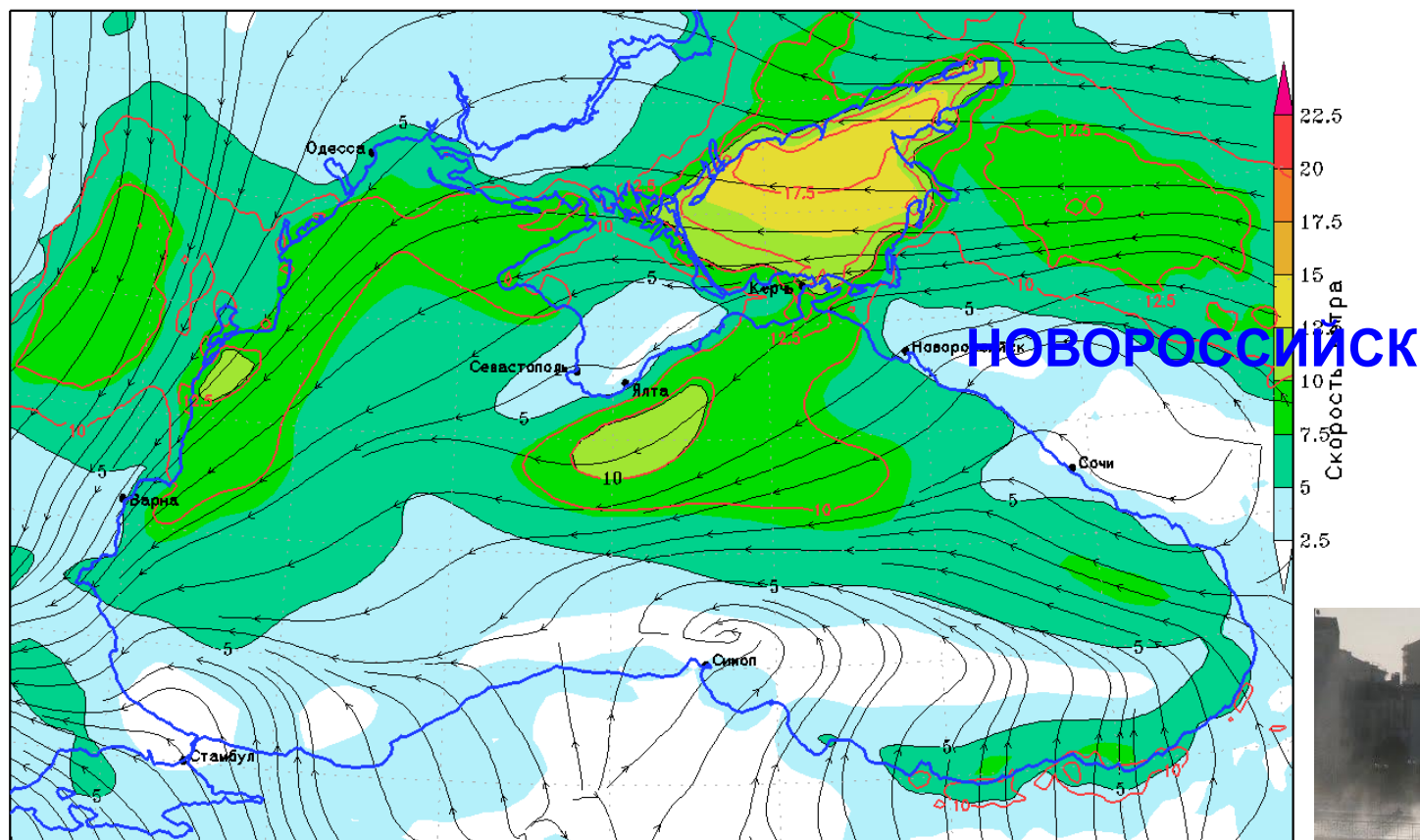
ОСАДКИ
ОБЛАЧНОСТЬ,
3 яруса

КОНВЕКТИВНАЯ
ОБЛАЧНОСТЬ



COSMO-RU07 : ФУНКЦИЯ ТОКА

04:00 06фев 2012 (МСК): Ветер на 10м



Прогноз на 0ч. от 04:00 06фев 2012 (МСК)

COSMO-RU 7км

— Порывы (от 10м/с, через 2,5 м/с)

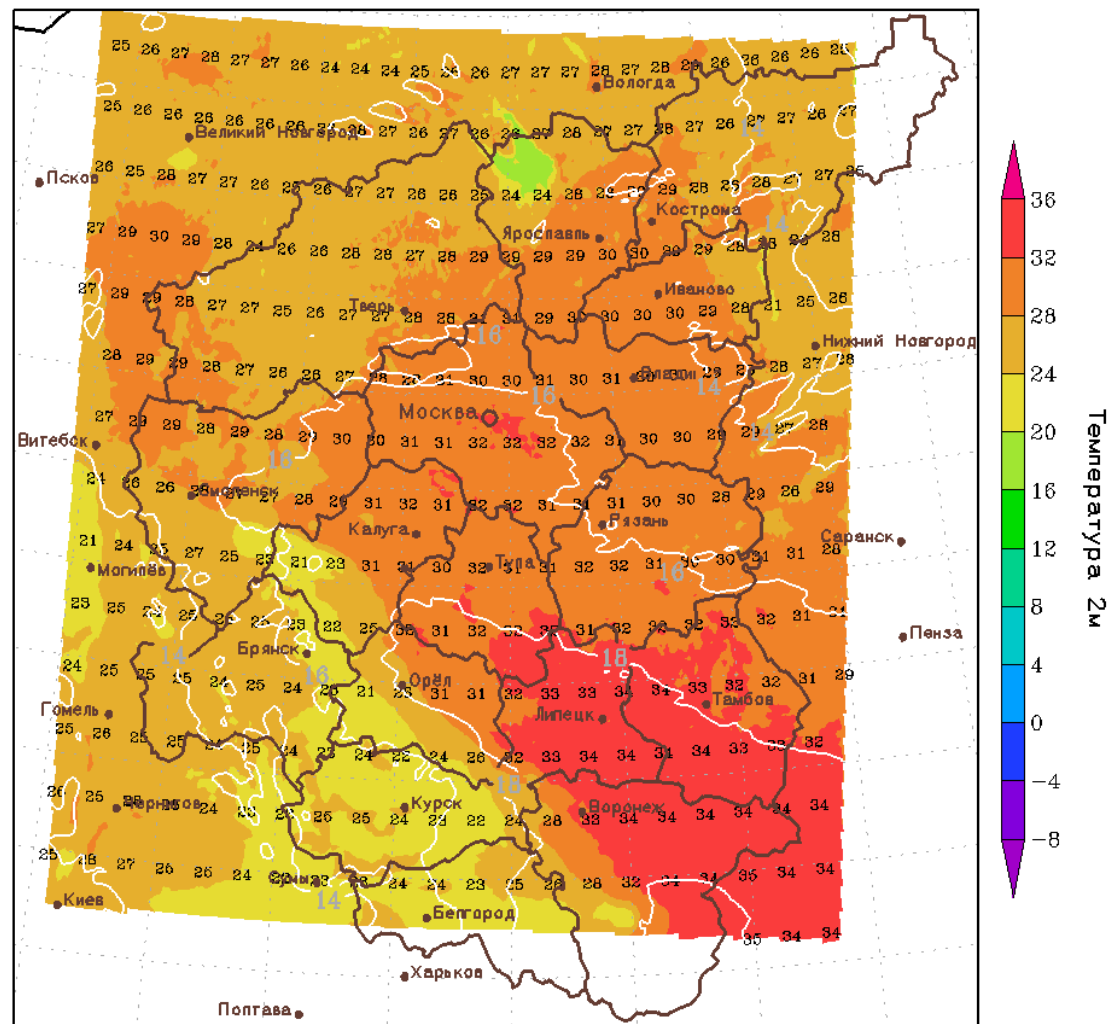
→ Направление ветра



Гидрометцентр России

17:00 30 июня 2011 (МСК): T2м, T850

**ПРИМЕР
ПРОГНОСТИЧЕСКИХ
КАРТ для ЦФО
COSMO-RU 02 км**



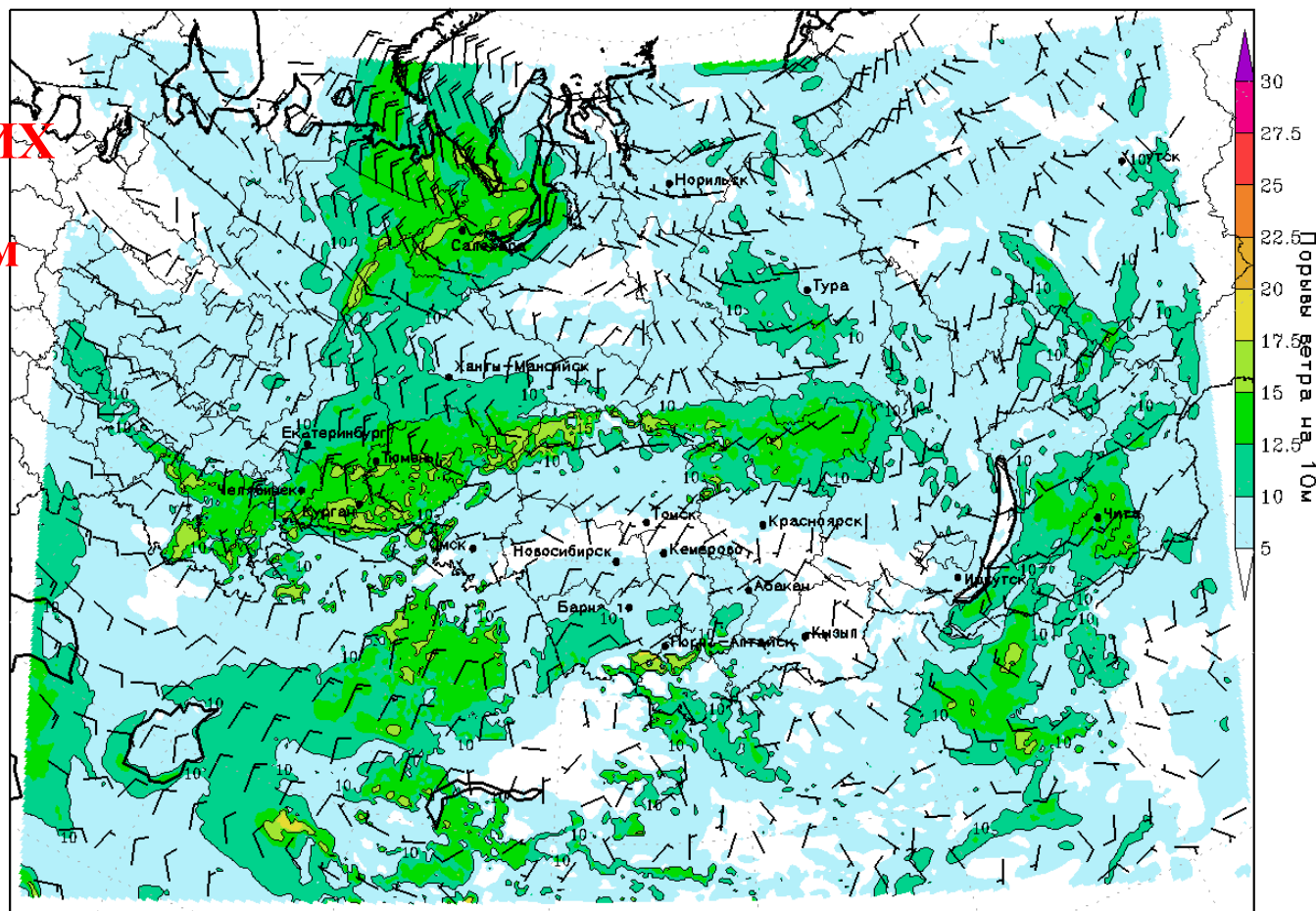
Прогноз на 13ч. от 04:00 30 июня 2011 (МСК)
COSMO-RU 2.2км


— Температура на 850гПа

Гидрометцентр России

09:00 30июн 2011 (UTC+0): Ветер на 10м

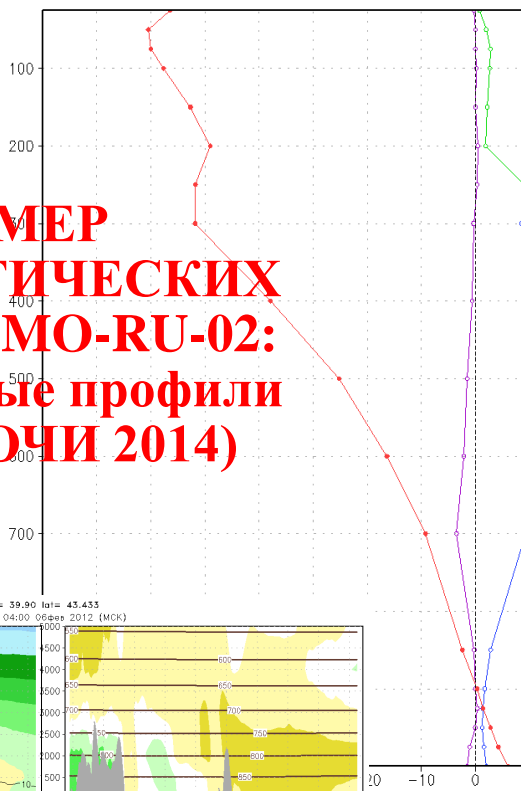
**ПРИМЕР
ПРОГНОСТИЧЕСКИХ
КАРТ
COSMO-RU Sib 14 км**



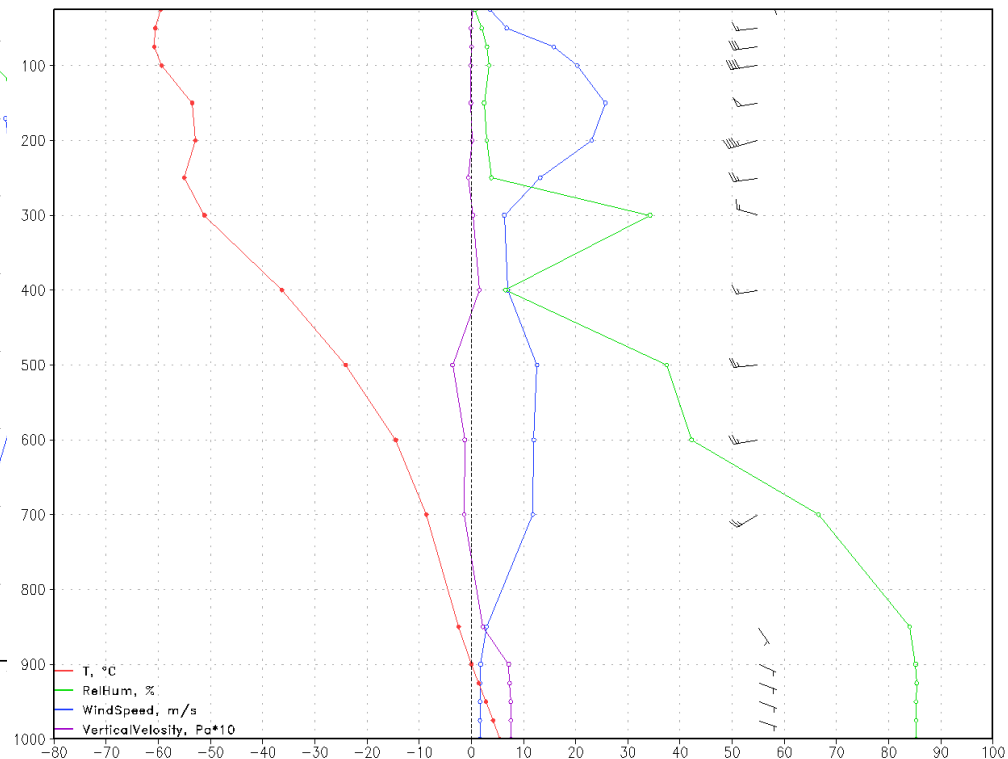
Прогноз на 9ч. от 00:00 30июн 2011 (UTC+0)  ветер на 10м
COSMO-SIB 14км

**ПРИМЕР
ПРОГНОСТИЧЕСКИХ
КАРТ COSMO-RU-02:
Вертикальные профили
(регион СОЧИ 2014)**

13:00 14мар 2012 (MCK): profile for Adler lon= 39.90 lat= 43.433
COSMO-RU 7км
Прогноз на 15ч. от 22:00 13мар 2012 (MCK)



04:00 14мар 2012 (MCK): profile for KrasnayaPolyana lon= 40.2 lat= 43.683
COSMO-RU 7км
Прогноз на 6ч. от 22:00 13мар 2012 (MCK)

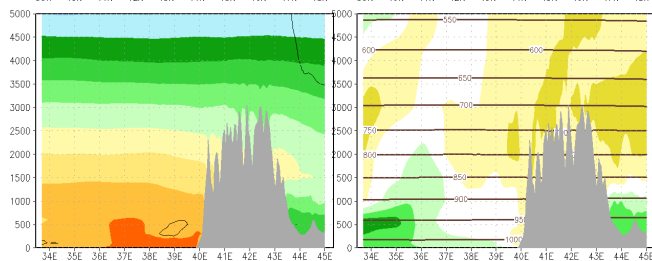
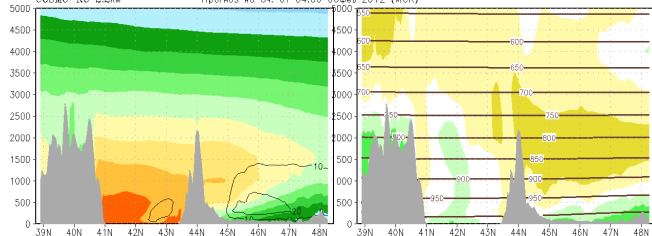


10:00 06фев 2012 (MCK):

profile for Adler lon= 39.90 lat= 43.433

COSMO-RU 2.2км

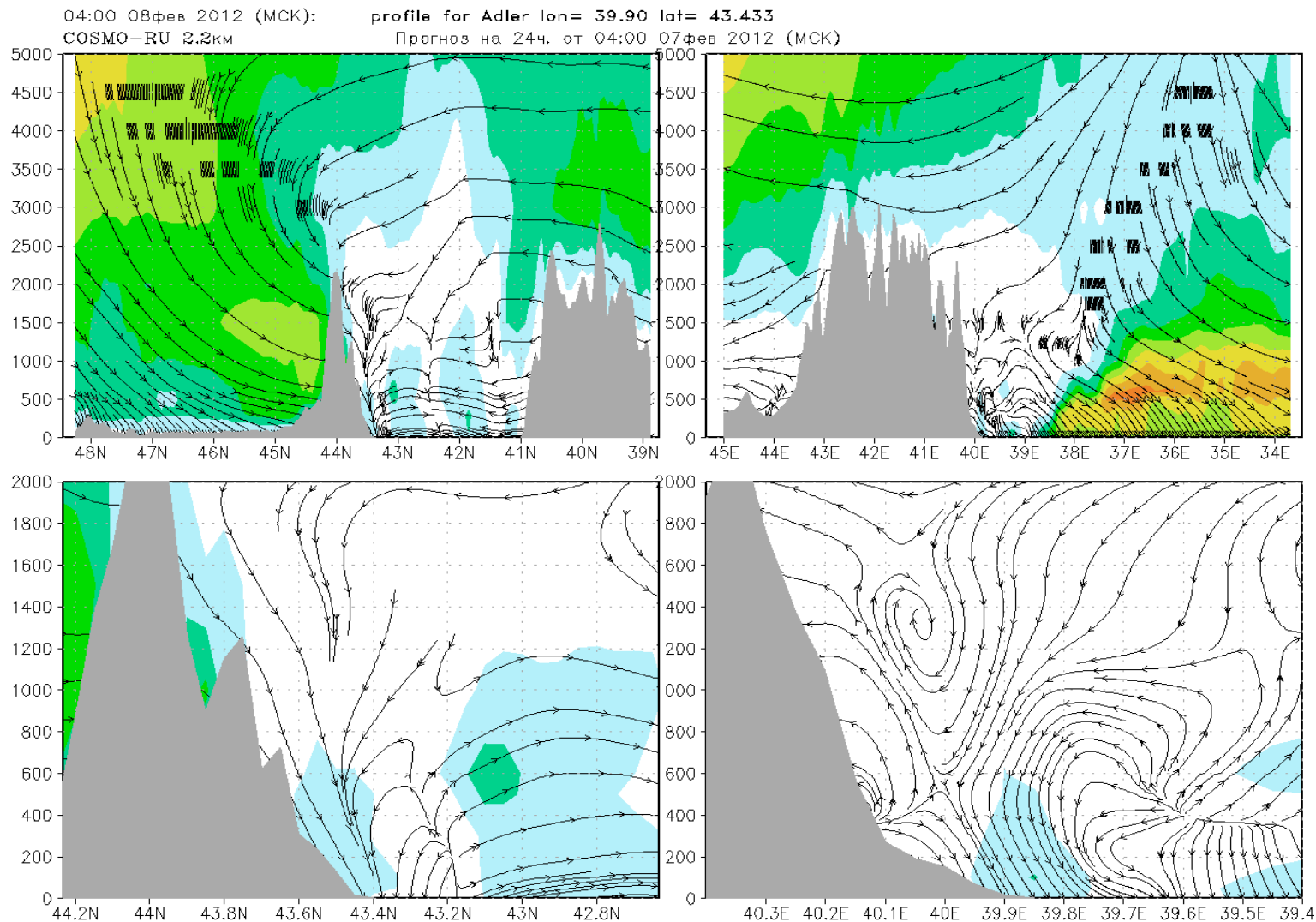
Прогноз на 6ч. от 04:00 06фев 2012 (MCK)



НОВЫЕ ВИДЫ ПРОДУКЦИИ В 2012 ГОДУ

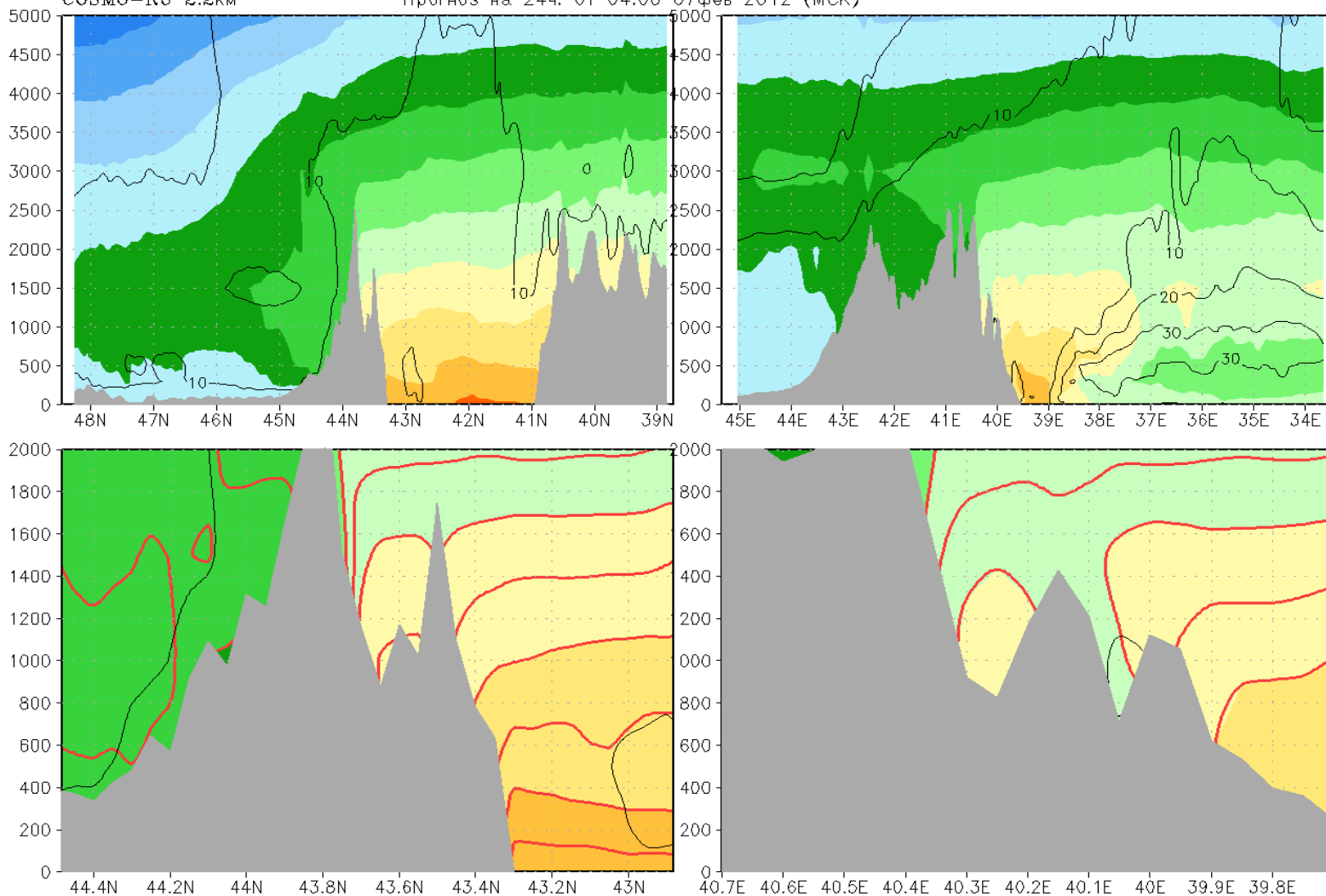
- 1. Вертикальные профили**
- 2. Вертикальные разрезы по долготе и широте**
- 3. Вертикальные разрезы по времени**
- 4. Карты влажности**
- 5. Авиационная продукция**
- 6. Поля, изображенные с помощью GISMETEO**
- 7. Карты в программе Google.Earth**

Разрез по долготе и широте скорости ветра для Адлера в разных масштабах



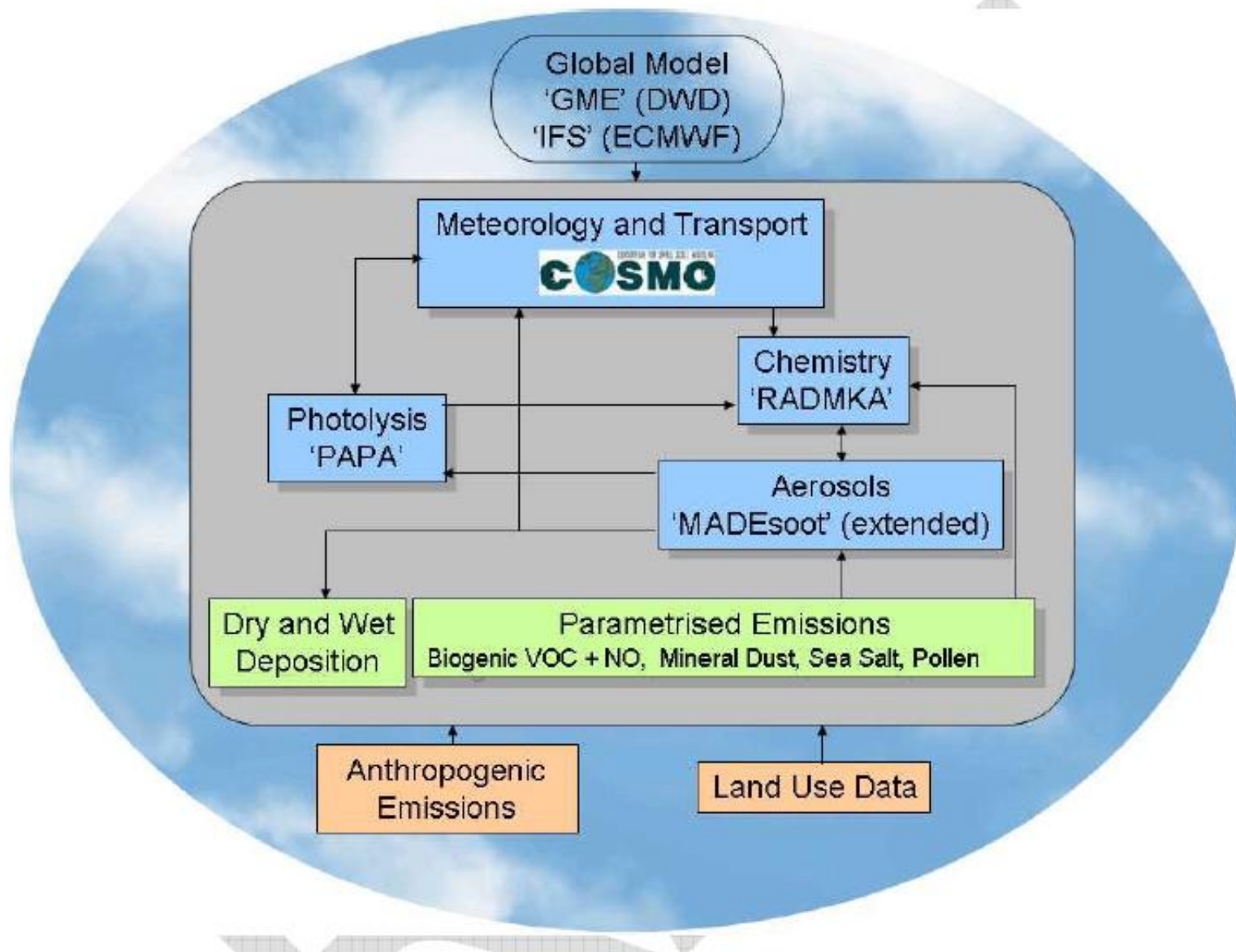
**Разрез
по долготе и
широте
Т и V
для
Красной
поляны
в разных
масштабах**

04:00 08фев 2012 (МСК): profile for KrasnayaPolyana lon= 40.2 lat= 43.683
COSMO-RU 2.2км
Прогноз на 24ч. от 04:00 07фев 2012 (МСК)



Разрезы Т и V по долготе

Разрезы Т и V по широте



ОСНОВНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ART

- **Химические преобразования веществ в газовой фазе.**

Модель атмосферной химии RADMKА (модифицированная RADM2

(Stockwell, 1990, 1997 и др.) - **172 реакции, более 60 веществ.**

- **Фотолиз.**

Модель фотолиза PAPA (Bangert, 2007);

- **Аэрозоли**

Модель MADEsoot (Riemer et al., 2003; Vogel, 2006, 2009 и др.)

Коагуляция, конденсация, нуклеация, осаждение, выведение, вымывание, химия

- **Природная эмиссия**

Морская соль, пыль, **ПЫЛЬЦА**, биогенная эмиссия

COSMO-ART in Hydrometcentre of Russia

COSMO-ART is a fully online coupled regional model system consisted of the non-hydrostatic model COSMO (COnsortium for Small-scale MOdelling)

[<http://www.cosmo-model.org/>] combined with the chemical unit ART (Aerosols and Reactive Traces Gases).

Nowadays COSMO-ART works as **quasi-operational** model: it runs automatically every day from 00 UTC for 24 hours.

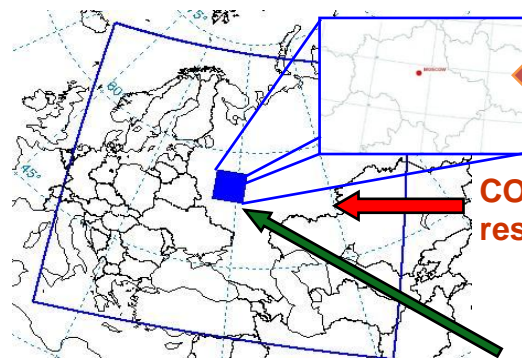
Current work:

- 1) Every day 24-hours forecast of air pollutant's concentration over center of the European part of Russia
- 2) Model runs for certain time periods in order to verify model over Moscow region
- 3) Fires forecast: episode of summer 2010 in European part of Russia
- 4) Developing of operational method of emissions calculations

Input data:

Emissions: TNO;
Boundary meteorological conditions: GME;
Landuse data: Global Land Cover 2000 Project (GLC 2000);
Boundary and initial data of concentrations of gases and aerosols: MOZART

Domains:



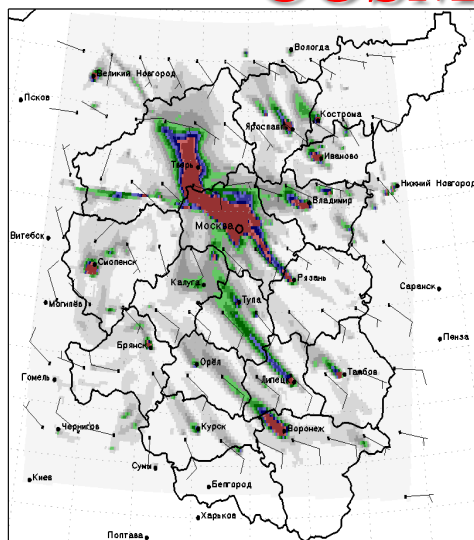
COSMO-ART, Moscow region
spatial resolution 7x7 km
(64x64 grid cells)

COSMO (RU) – European part of Russia
resolution 7x7 km (700x620 grid cells)

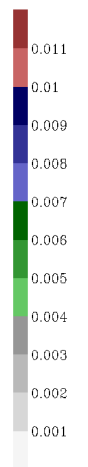
COSMO-ART, Central part of European part of Russia. Spatial resolution 7x7 km
(135x150 grid cells)

COSMO-ART in Hydrometcentre of Russia

NO

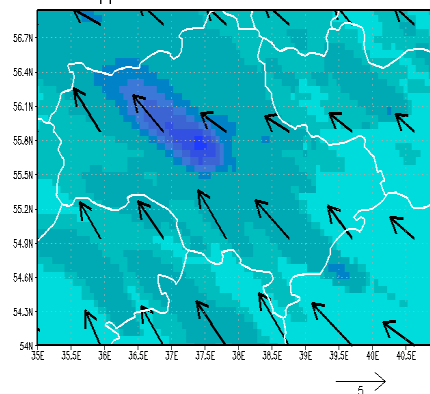


27/08/2012, 18-hours forecast of NO, ppm

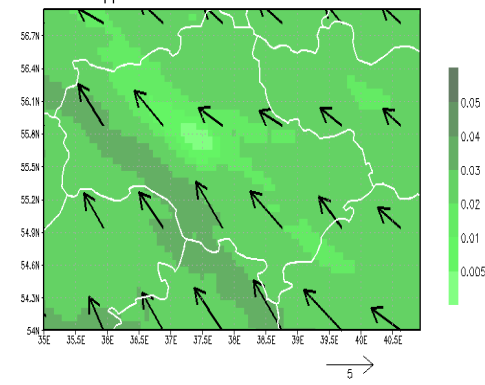


— ПДК_{мр}
— ПДК_{сс}

N02 ppm z=10281Pa 2012-02-18-00 +0009

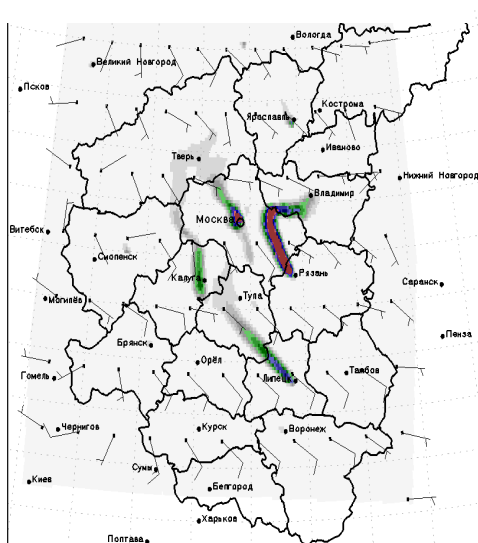


OZONE ppm z=10281Pa 2012-02-18-00 +0009

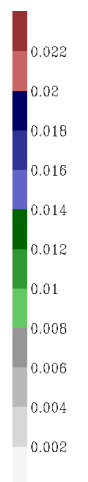


Examples of 24-hours forecast

SO2

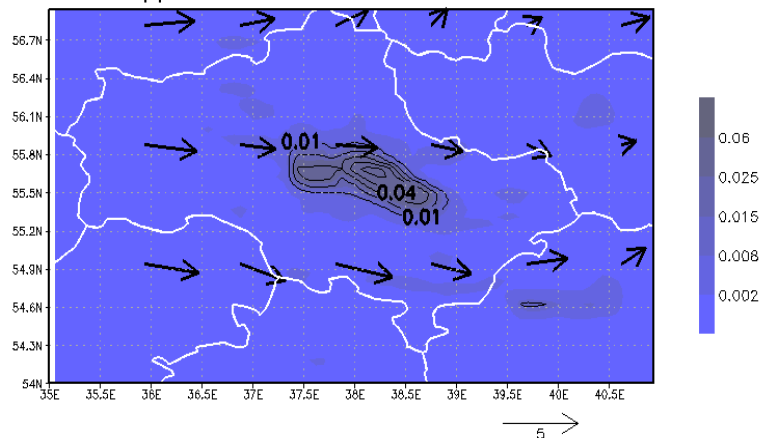


27/08/2012, 15-hours forecast of SO2, ppm



— ПДК_{мр}
— ПДК_{сс}

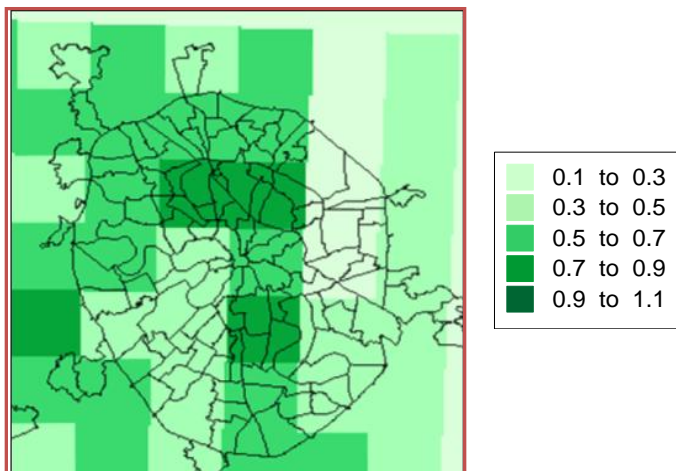
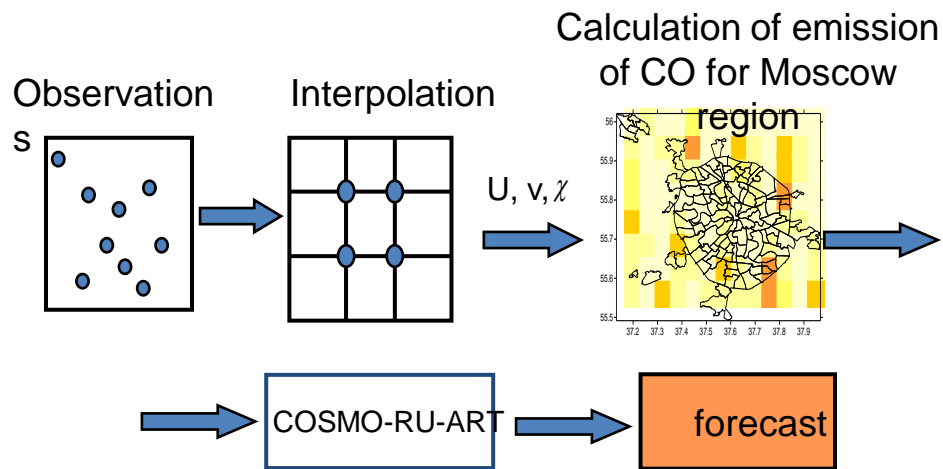
N02 ppm z=10281Pa 2011-07-29-00 +0012



24-h forecast of spatial-temporal distribution of NO2, 29-07-2011, ppb

Гидрометцентр России

Operational method of emissions calculations



Forecast of CO concentrations over Moscow at the 8 a.m., 12 of August 2011, units – mg/m³.

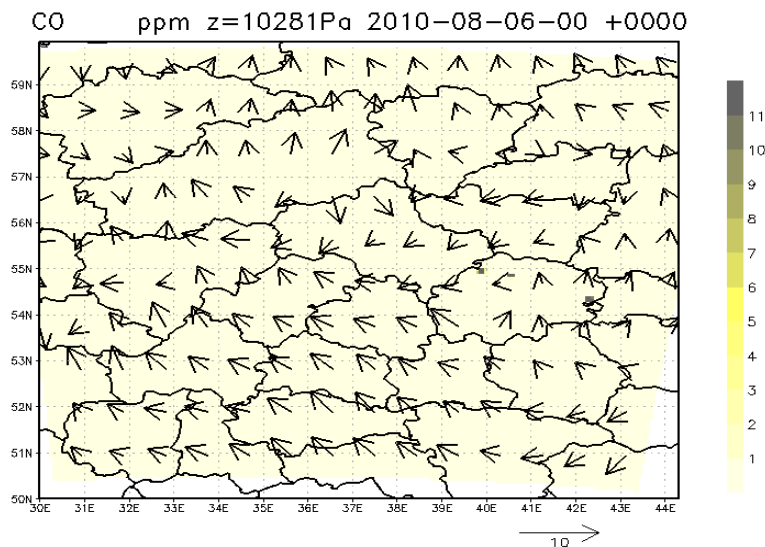
Fires forecast

$$\text{Total fuel consumption (Mg)} = \text{Area burned (acres)} \times \text{Fuel consumption per unit area (mass/acre)}$$

EMERCOM of Russia

$$\text{Fuel consum. per unit area} = \sum (\text{Mass of fuel type i per area} \times \text{Fraction burned for fuel type i})$$

$$\text{Emissions (kg)} = \text{Total fuel consumption (Mg)} \times \text{Emission factor (kg/Mg)}$$



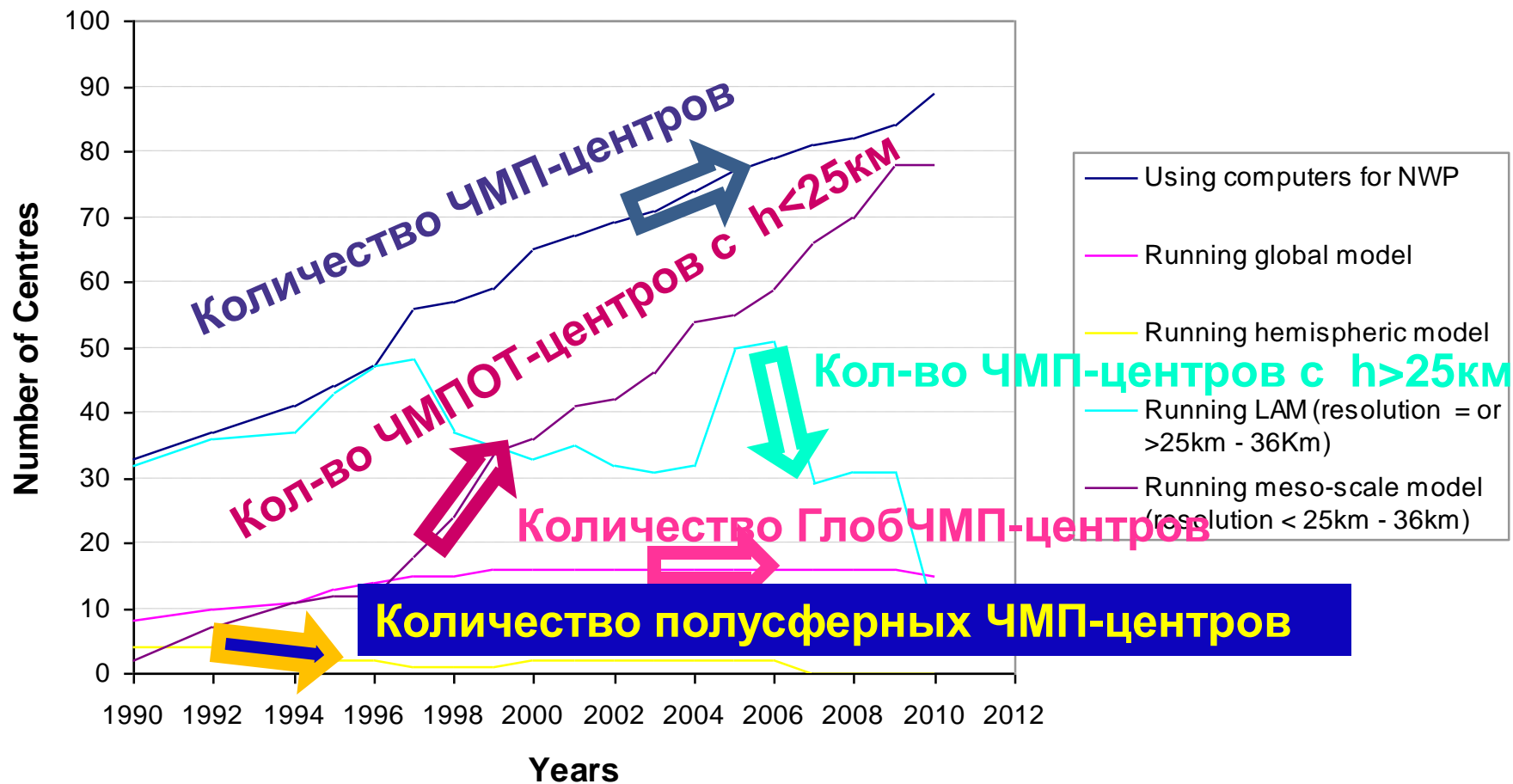


ПОСТПРОЦЕССИНГ

ЧАСТЬ 2

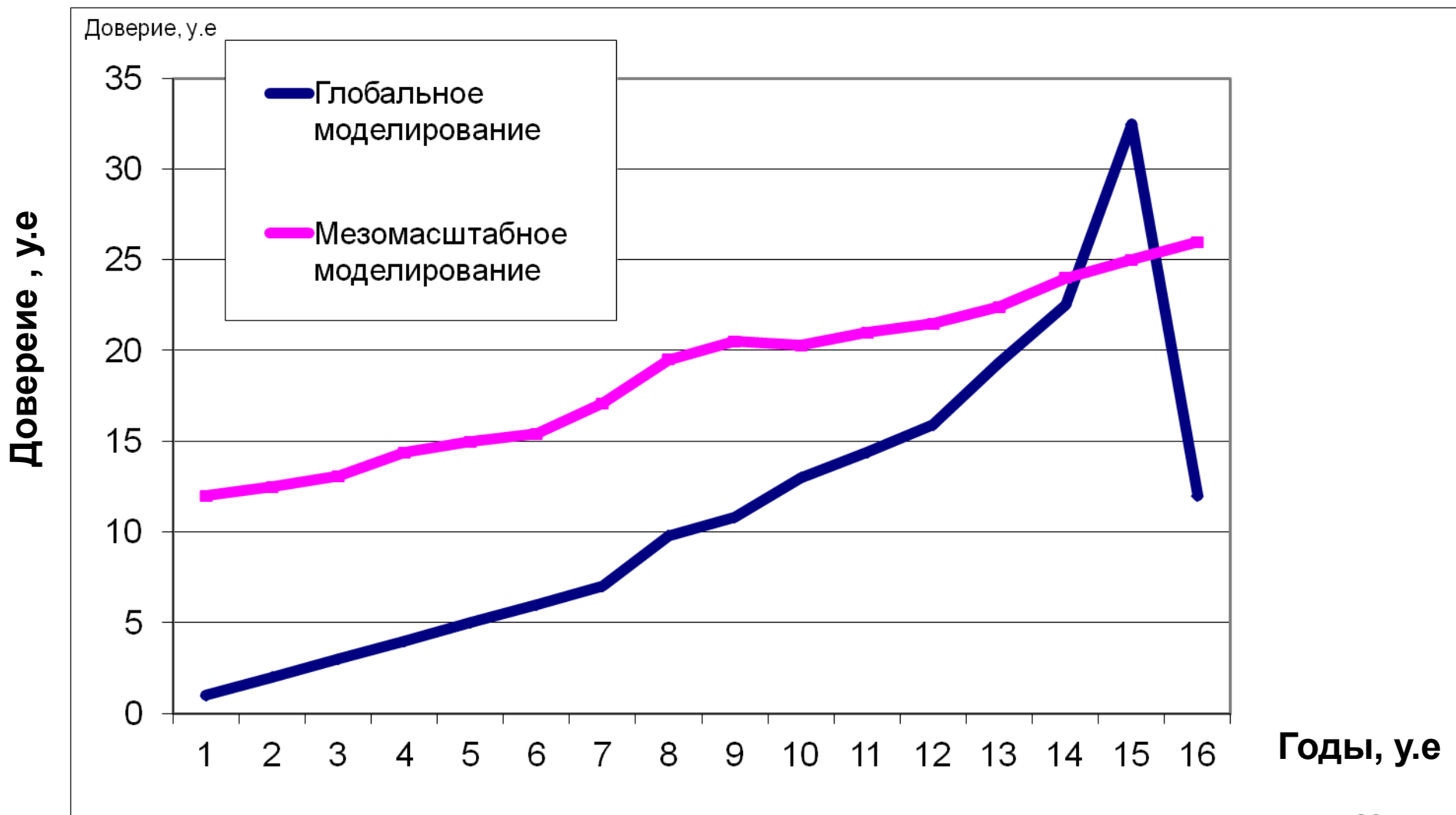
СТРАТЕГИЯ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ

WMO Forecasting Centres using Global or Limited Area NWP Models



Гидрометцентр России

Эволюция меры доверия прогнозистов гидродинамическим прогнозам



CORSO – приоритетный проект консорциума COSMO

“Consolidation of
Operation and
Research results for the
Sochi
Olympic Games”

Gdaly Rivin, Inna Rozinkina
Hydrometeorological center of Russia



COSMO - МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА “СОЧИ-2014”

CORSO – перспект. проект консорциума COSMO :
Consolidation of Operation and Research results for the Sochi Olympic Games



Проект **CORSO** является вкладом консорциума COSMO в проект **FROST ВМО**

Основная цель: Объединить, реализовать и продемонстрировать возможности оперативных технологий по краткосрочному численному прогнозированию погоды стран консорциума на базе модели COSMO для зимних условий горной местности для практического использования результатов в ходе метеообеспечения Зимней Олимпиады 2014 г.

Участники: Германия, Италия, Швейцария, Греция и Россия.

Координатор: Россия.

СТРУКТУРА ПРОЕКТА CORSO

НАПРАВЛЕНИЕ 1. Моделирование с высоким разрешением для горных районов

(Рук. Г.С.Ривин)

1.1. Усовершенствование технологий детерминистского прогнозирования погодных условий с разрешением модели 2x2 км для Северо-Кавказского региона

1.2. Развитие COSMO—RU-SO с шагом 1 км

НАПРАВЛЕНИЕ 2. Даунскайлинг – постпроцессинг и приложения

(Рук. И.А.Розинкина)

2.1. Развитие адаптированных техник дун-скейлинга для зимних горных условий с учетом требований МОК

2.2. Выявление типичных ошибок моделей для типичных метеорологических-синоптических условий

НАПРАВЛЕНИЕ 3. Развитие и адаптация системы COSMO-EPS для региона Сочи

(Рук. Е.Д. Астахова, А.Монтани)

3.1. Адаптация COSMO LEPS 7 к региону Сочи 2014 и требованиям МОК. Обеспечение оперативными ансамблевыми прогнозами в периоды соревнований

3.2. Развитие и адаптация COSMO-RU-LEPS 2.2 к региону Сочи (с условиями на границах из COSMO LEPS 7)



34-th EWGLAM and 19-th SRNWP, Helsinki, 8-11.10.2012



Met Office



SRNWP-Interoperability

Mike Bush, Claude Fischer, Uli Schaettler

For 34th EWGLAM and 19th SRNWP Annual Meeting 2012

08th – 11th October 2012 Helsinki, Finland



SRNWP-I Progress to date

LAM Initial and boundary conditions → **LAM forecast**

	ALADIN & HIRLAM	COSMO	UM
ALADIN & HIRLAM	Blue	White	White
COSMO	White	Blue	Blue
UM	White	White	Blue

Global initial and boundary conditions → **LAM forecast**

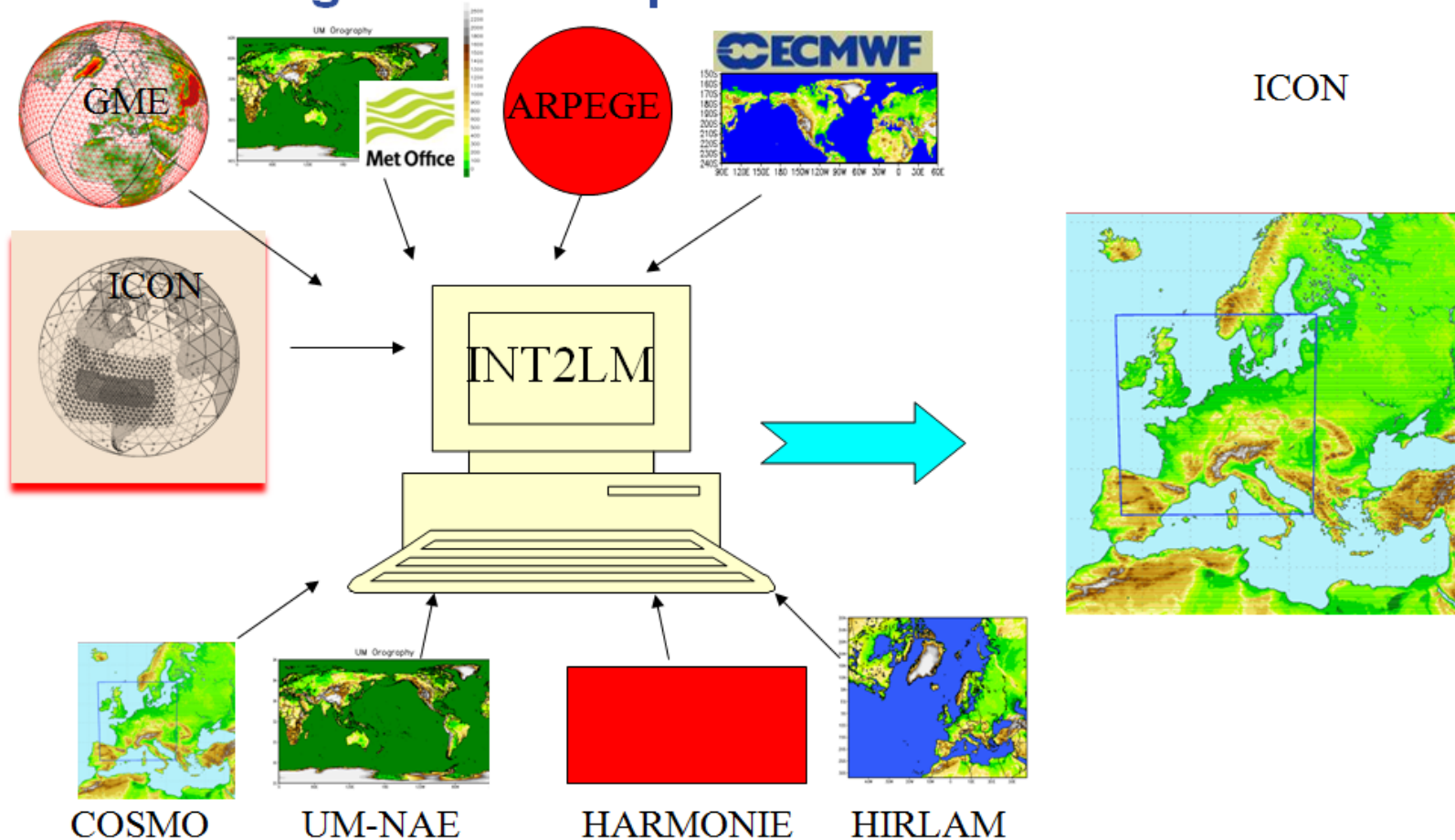
	ECMWF	ARPEGE	DWD ICON	UM
ALADIN & HIRLAM	Blue	Blue	White	White
COSMO	Blue	White	White	Blue
UM	Blue	White	White	Blue

Key:

Blue – complete

White – work in progress

Working on the Adaptors

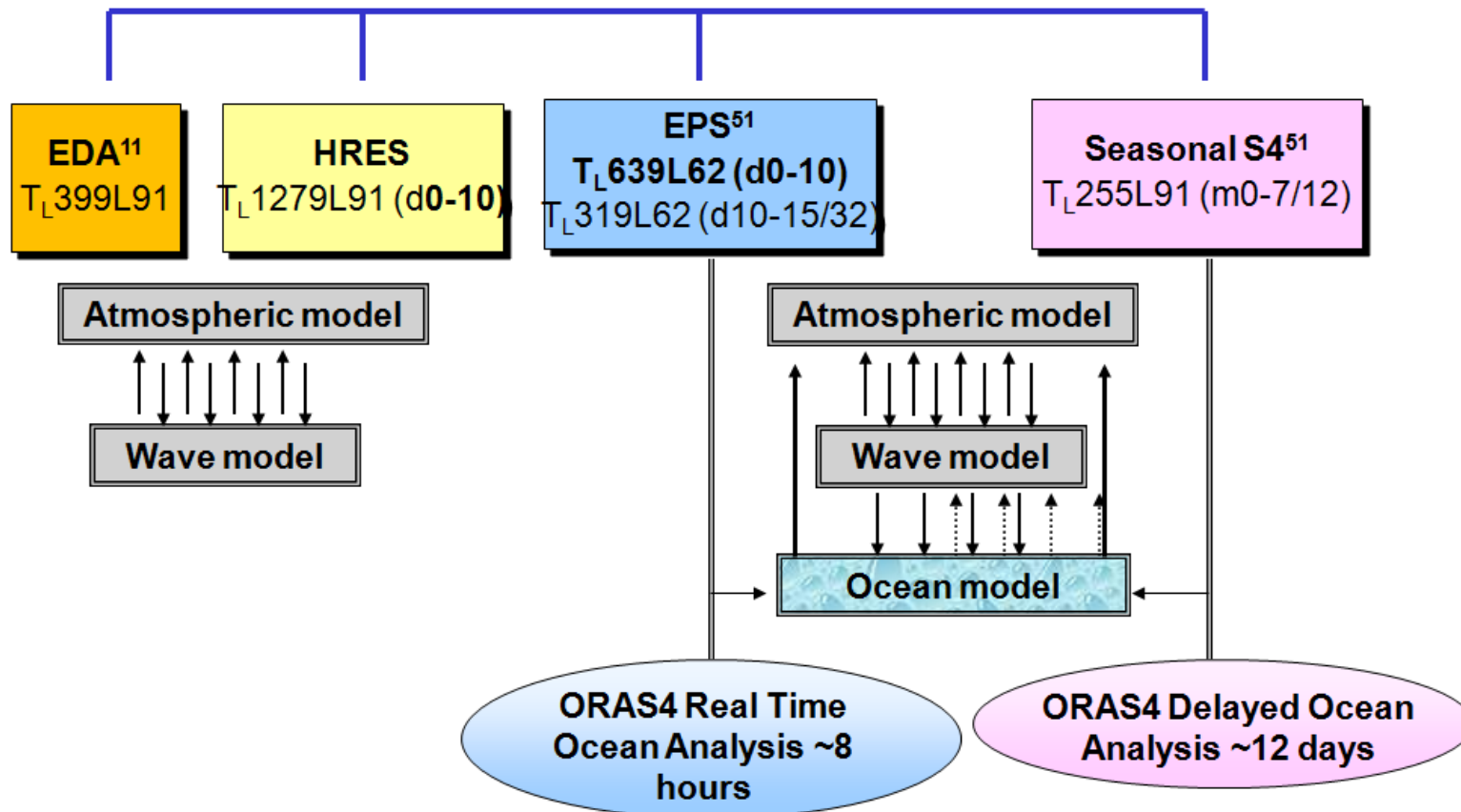


ECMWF Forecasting System Research and Development

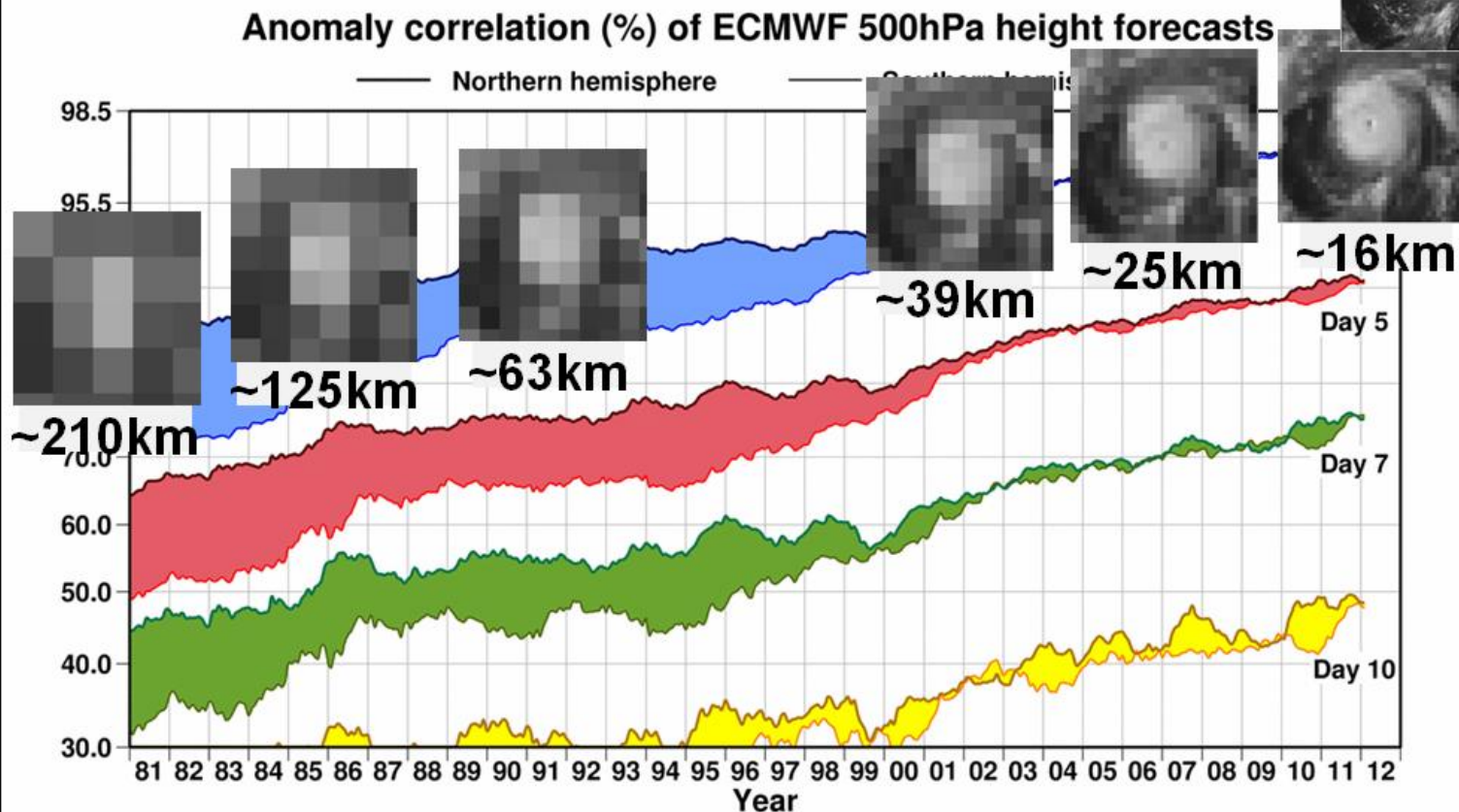
Jean-Noël Thépaut
ECMWF
October 2012

and many colleagues from the Research Department

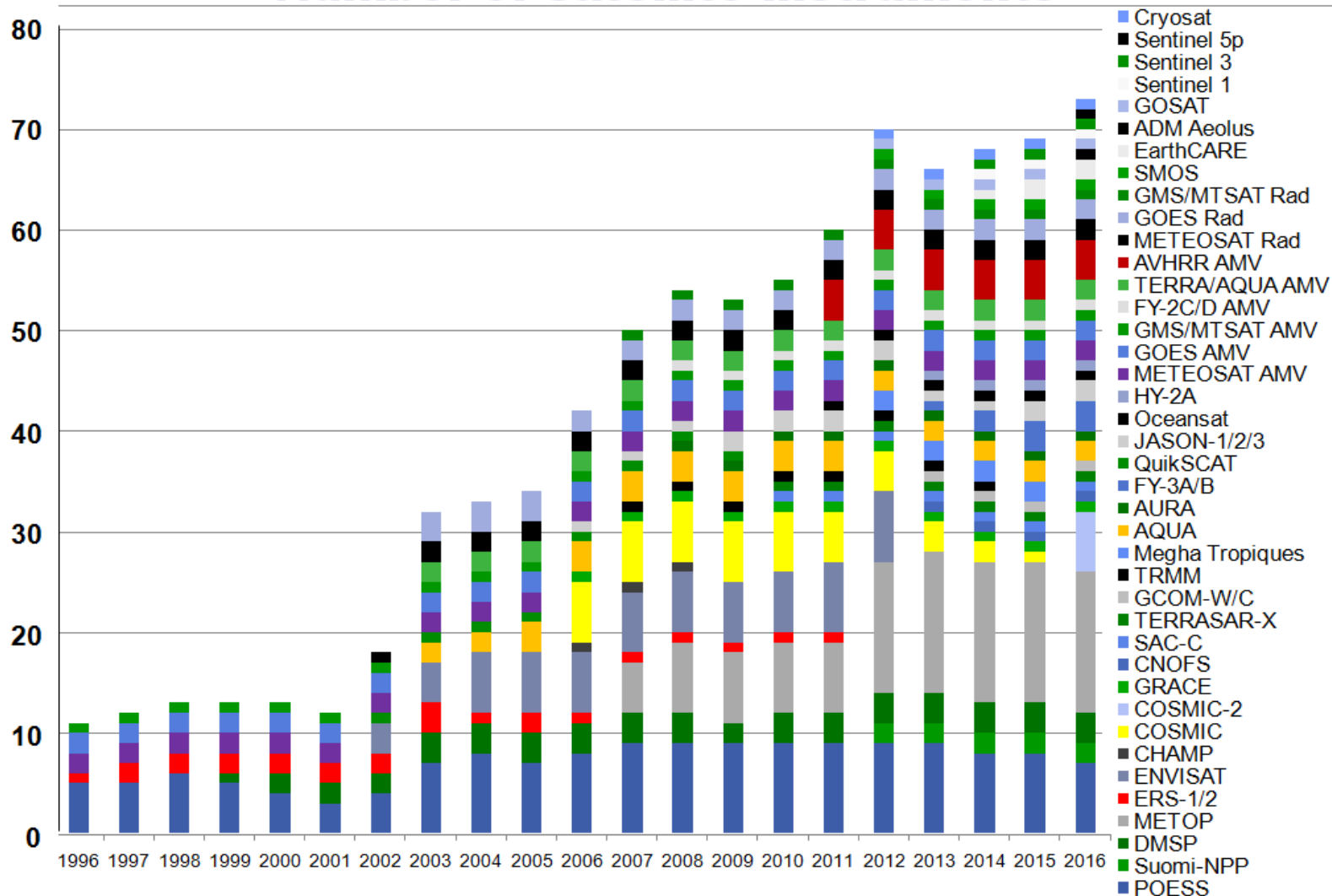
The ECMWF Integrated Forecasting System (IFS)



Evolution of ECMWF forecast skill



Number of satellite instruments



Current projects

Model Division:

- Resolution upgrades (2012: L137, 2015: T2047, etc.)
- Non-hydrostatic model core
- Physical parameterizations: Radiation, clouds, convection, land surface, boundary layer, gravity wave drag; linearized models

Data Division:

- Long-window 4D-Var (model error), EDA, EnKF
- New instruments (NPP, MSG-3, Metop-B, GCOM-W1, etc.), sampling, errors
- Reanalysis: ERA-Clim (coupling)

Predictability Division:

- Resolution upgrades (2013: L92, 2016: T1023, etc.)
- Link EDA-EPS, stochastic physics
- Ocean/sea-ice model, coupling

Atmospheric Composition Division:

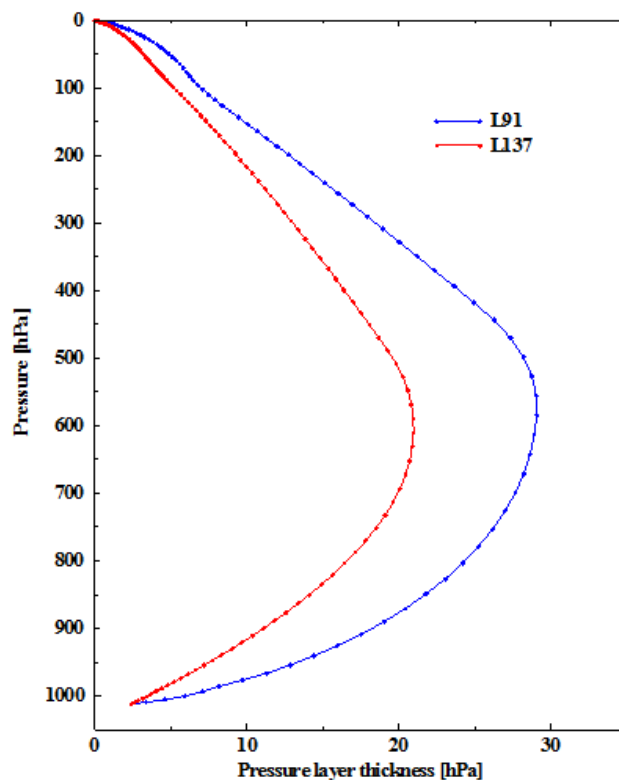
- MACC-II → GMES Atmospheric Service

Technical:

- Scalability (data assimilation, model)
- COPE, OOPS, OpenIFS

L137 (CY38R2)

- **Vertical level upgrade for high-resolution forecast model and data assimilation + ... plus many technical contributions and modifications preparing future upgrades**



ECMWF report - EWGLAM/SRNWP

Thanks to Agathe Untch

ECMWF Strategy 2011-2020

Global model resolution

- **2012**
 - Deterministic model **16 km** gridsize
 - Probabilistic model **25 km** gridsize
- **2015**
 - Deterministic model **10 km** gridsize
 - Probabilistic model **20 km** gridsize
- **2020**
 - Deterministic model **5 km** gridsize
 - Nonhydrostatic
 - Convection partly resolved (grey zone!)
 - Probabilistic model **10 km** gridsize



Met Office



Consortia Presentation

Mike Bush

For 34th EWGLAM and 19th SRNWP Annual Meeting 2012

08th – 11th October 2012 Helsinki, Finland

© Crown copyright Met Office



Met Office

IBM Power 7: Facts & Figures

	IBM Power 6 1E+1F+1C	IBM Power7 2E+2F+2C	Factor
Peak Performance per node (GFLOPS)	600	960	1.6
Number of Nodes	247	1216	4.9
Number of Cores	7904	38912	4.9
Total Peak Performance (TFLOPS)	150	1166	7.8
Total Disk (TBytes)	750	1500	2



Met Office

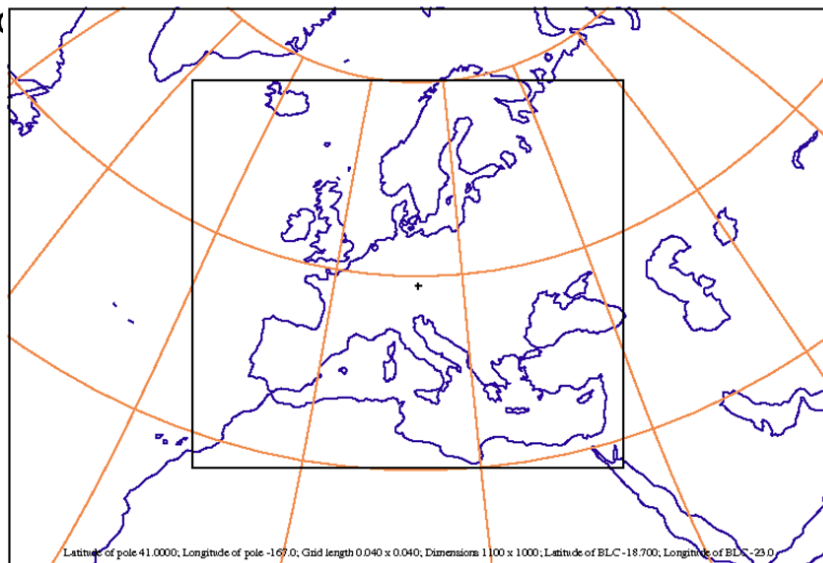
Parallel Suite 30 Highlights

- Parallel Suite 30 Part 1: 26/06/12
- "Lift and Shift" of Operational suite onto the new Power 7 supercomputer
- Operational products still produced from the Operational suite on the Power 6 machine as the Power 7 had yet to be accepted.
- MOGREPS-UK: extend to T+36
- UKV: 8 runs a day out to T+36
- Weymouth model: 8 runs a day
- **Power 7 supercomputer accepted: 28/08/12**
- **Parallel Suite 30 Part 2: 17/09/12**
- Operational products now coming from the Power 7 machine



Met Office

Domain for Euro 4km model

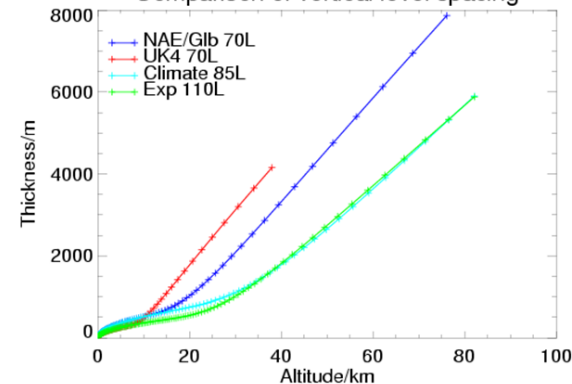


Met Office

Global model plans

- Global model horizontal resolution upgrade to N768 (17km) with GA5 Science (including ENDGAME dynamical core)
- Change in Global vertical levels to L110? in 2014/2015

Comparison of vertical level spacing





Met Office

EWGLAM/SRNWP - Helsinki, 8-11 Oct 2012

The UK Met Office Nowcasting Demonstration Project

Zhihong Li, Sue Ballard, David Simonin, Jean-Francois Caron

© Crown copyright Met Office



Met Office

Introduction - NDP

- Aim: Develop a NWP nowcasting system to produce more accurate and timely forecasts of severe and high impact weather, focusing especially on flood risk

Data Assimilation/analysis vital for these short period forecasts of 0-6 hours

- Rapid update cycling is needed: Hourly cycling
– Hourly analysis and forecasts every hour to T+6/12 hours
- 4D-Var to assimilate latest high resolution sub-hourly obs (e.g. Radar Doppler winds)
- Prompt delivery time (obs timeliness and P6/7)

© Crown copyright Met Office



Met Office

Introduction - NDP

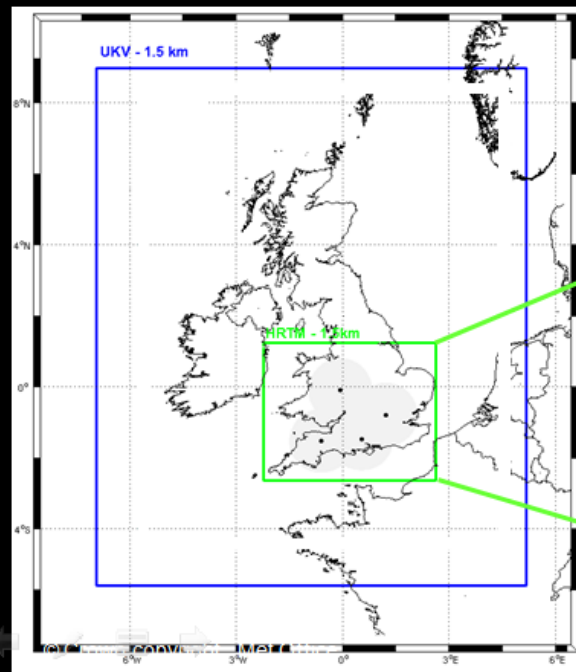
- The NDP system started running in real-time with forecasts to T+6 hours from March 2012 on IBM P6 (until Sept 2012)
- The real-time running on IBM P7 (operational support) began in July 2012 with extended forecasts to T+12 hours
- Use London 2012 Olympics to perform a real-time demonstration
- Evaluate extreme flood events over period of May, June and July 2012

© Crown copyright Met Office

Configuration of the NDP (Sept 12, IBM P7)

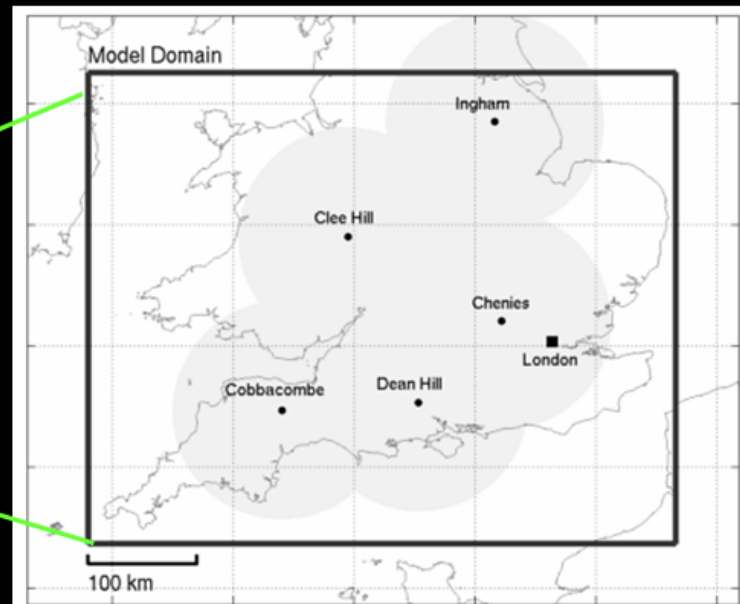


Model Met Office	UM Resolution	DA method	DA time window	Cycling	Forecast Length/Freq
NDP (Southern UK)	1.5 km (360x288x70)	4D-Var (3km)	1 hr	1 hr	T+12 (every hr)
UKV (UK)	1.5 km (744x928x70)	3D-Var (3km)	3 hr	3 hr	T+36 (every 3h)



NDP

Nested in UKV. LBCs refreshed every 3 hours with 30 mins update interval





Met Office

NDP HOURLY CYCLE

1 hour f/c from T-90mins for background (first guess) in 4D-Var

1 hour to 2hour f/c from T-90mins with output every 10mins from T-30mins to T+30mins for ModelObs in 4D-Var

Observations

Observation Processing ~1min

4D-Var

4D-Var ~ 4mins

UM 12h f/c ~ 10mins

1 hr Observation/Assimilation window

DATA

4D-Var Inc

T-60mins

T-30mins

Current analysis

T+0

T+30mins

Obs Cutoff

T+60mins

Previous analysis time

Latent Heat Nudging

Radar-derived rain rates (every 15 mins)

Nudging

Start T+45 mins

OPS ~ 1 min

4D-Var ~ 4 mins

UM 12h f/c ~10 mins

(Total run time 15 mins)

Forecast ready T+60 mins



Met Office

Summary - NDP

- A high resolution (1.5km) NWP nowcasting system has been developed and run in real-time over the southern UK for demonstration during London 2012
- It assimilates sub-hourly Doppler radial winds, wind profiler, (GPS) & MSG SEVIRI data using hourly cycling 4D-Var
- The system currently produces a 12 hour forecast every hour by 30mins after the end of the observation window
- Forecasts were sometimes significantly better than the 6 hourly UKV, but substantial challenges remain
- FSS beats the STEPS (current Lagrangian extrapolation-based Nowcasting system)
- Form the basis for the Met Office next generation operational UK NWP nowcasting system

© Crown copyright Met Office

Guy de Morsier with contributions

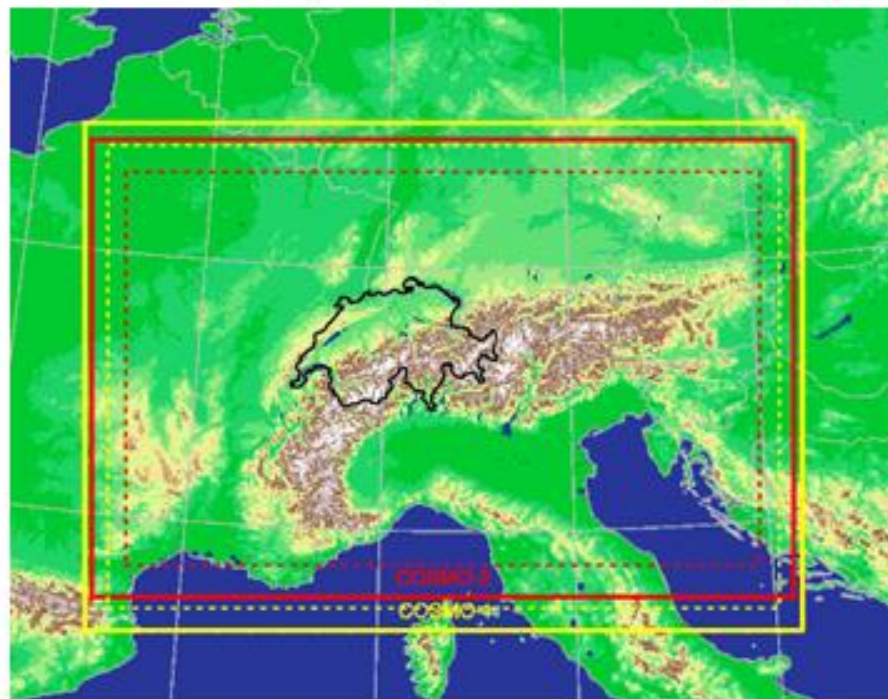
Oliver Fuhrer

First experiments with COSMO-1 at MeteoSwiss



COSMO-1 Setup (1) Domain

- $dlon = dlat = 0.01$, $ie \times je = 1062 \times 774$ $1062 = 2^5 \times 3 \times 11 + 6$

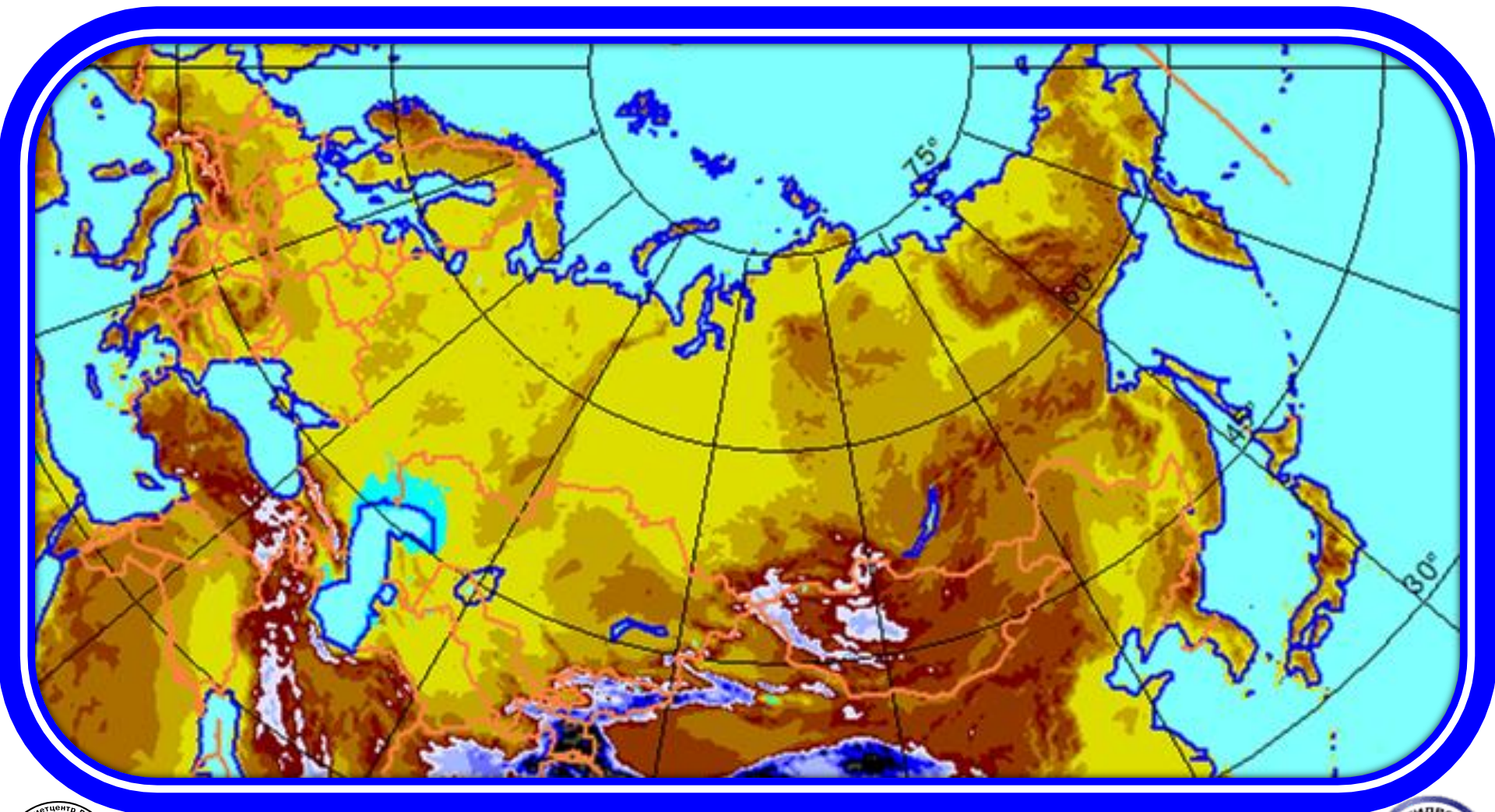


$$774 = 2^8 \times 3 + 6$$

Дальнейшее развитие системы COSMO-RU

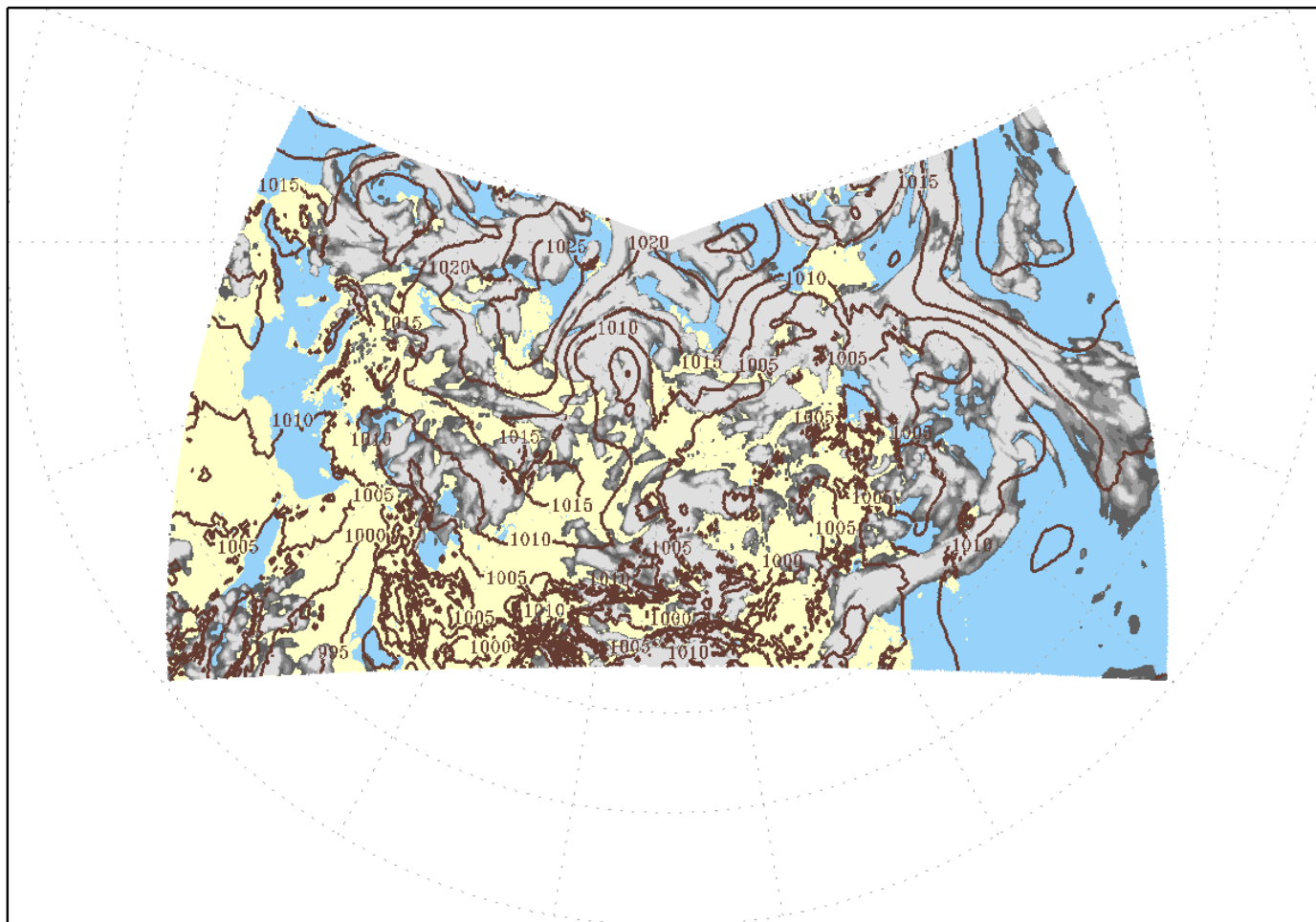
- Разработать усвоение наблюдений на основе метода подталкивания
- Исследовать возможность более ранней подготовки прогнозов (на 2-3 часа) для территории Зимней олимпиады Сочи-2014
- Разработка версии с шагом 1 км
- Усовершенствование схем параметризации процессов на подстилающей поверхности и в пограничном слое
- Развитие версии прогноза на 5 суток для территории Евразии
- Перспективный проект CORSO консорциума COSMO

2013 ПЛАН: COSMO-RU06, СЕТКА 2000 * 1000 * 60, h= 6.6 km



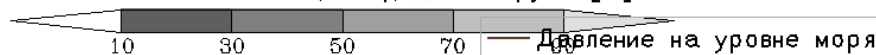
ОБЛАСТЬ ИНТЕГРИРОВАНИЯ И ОРОГРАФИЯ

04:00 05июл 2012 (МСК): Р ур.моря, облачность, осадки



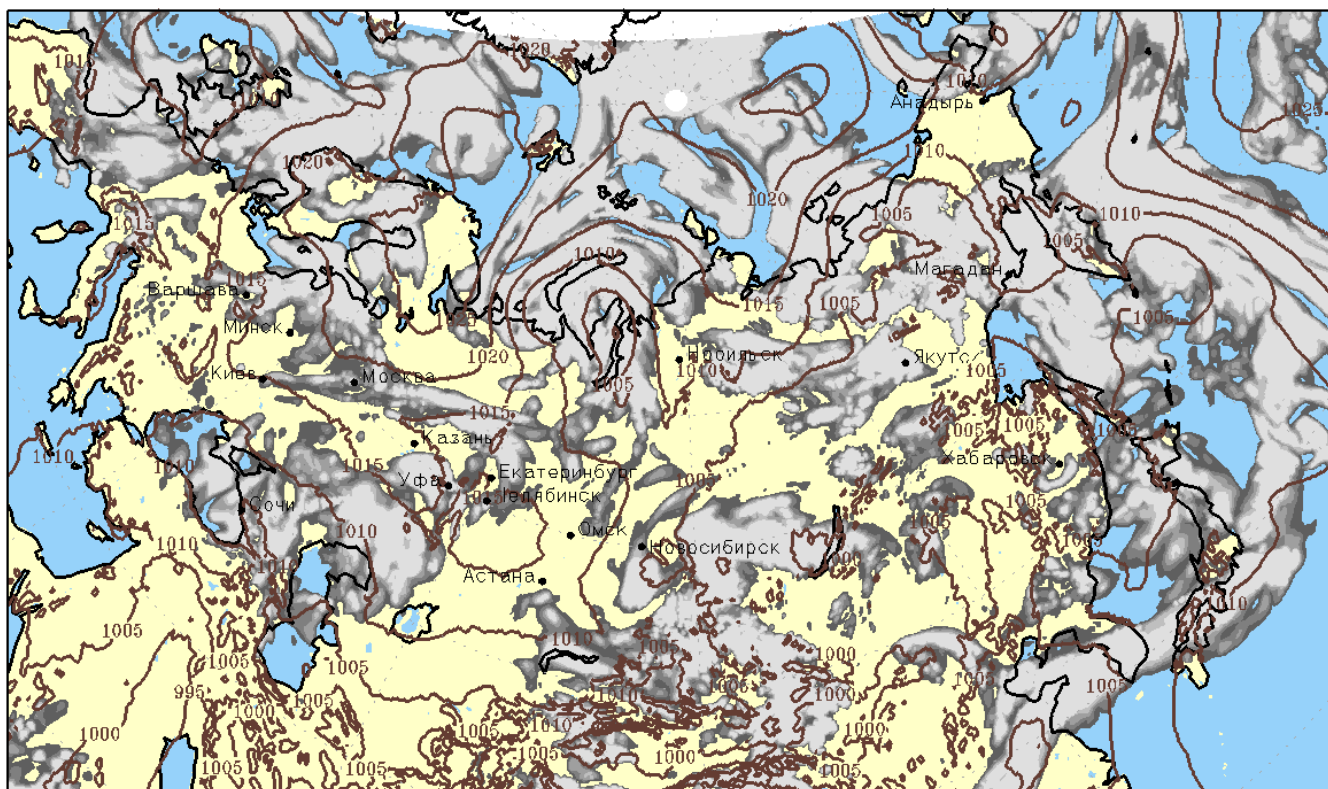
Прогноз на 0ч. от 04:00 05июл 2012 (МСК) Облачность среднего яруса [%]

COSMO-RU 13км



Давление на уровне моря

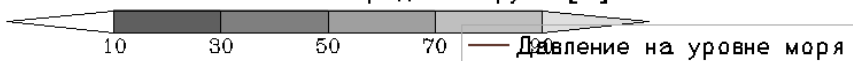
04:00 05июл 2012 (МСК): Р ур. моря, облачность, осадки



Прогноз на 0ч. от 04:00 05июл 2012 (МСК)

Облачность среднего яруса [%]

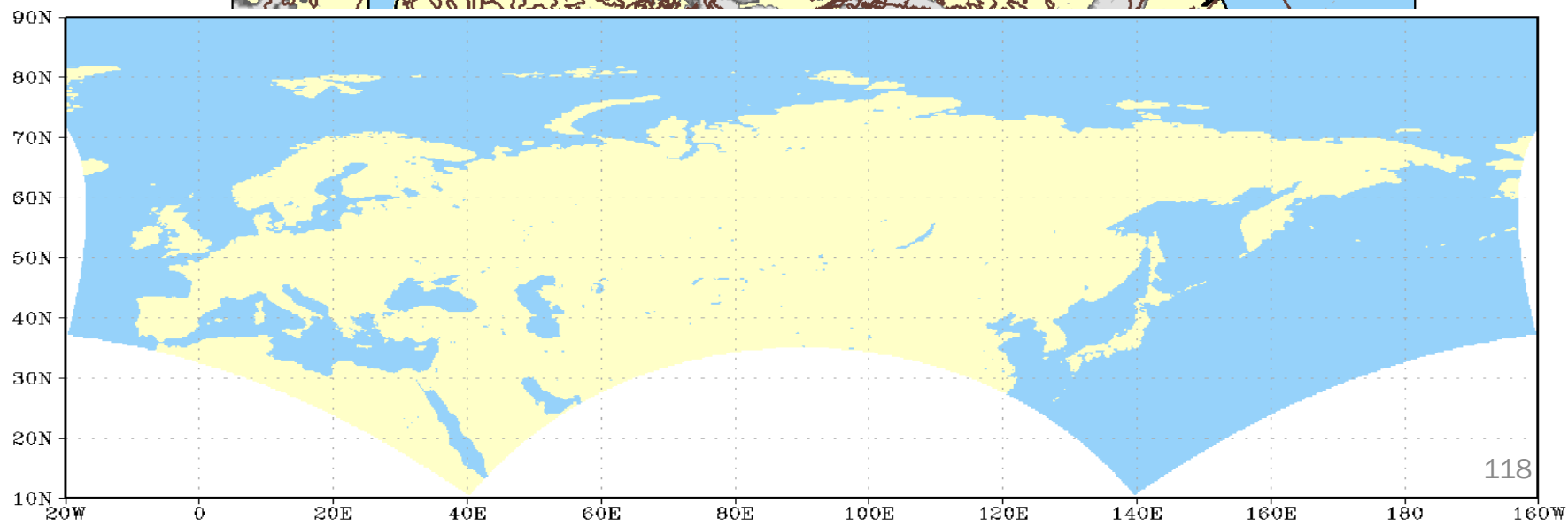
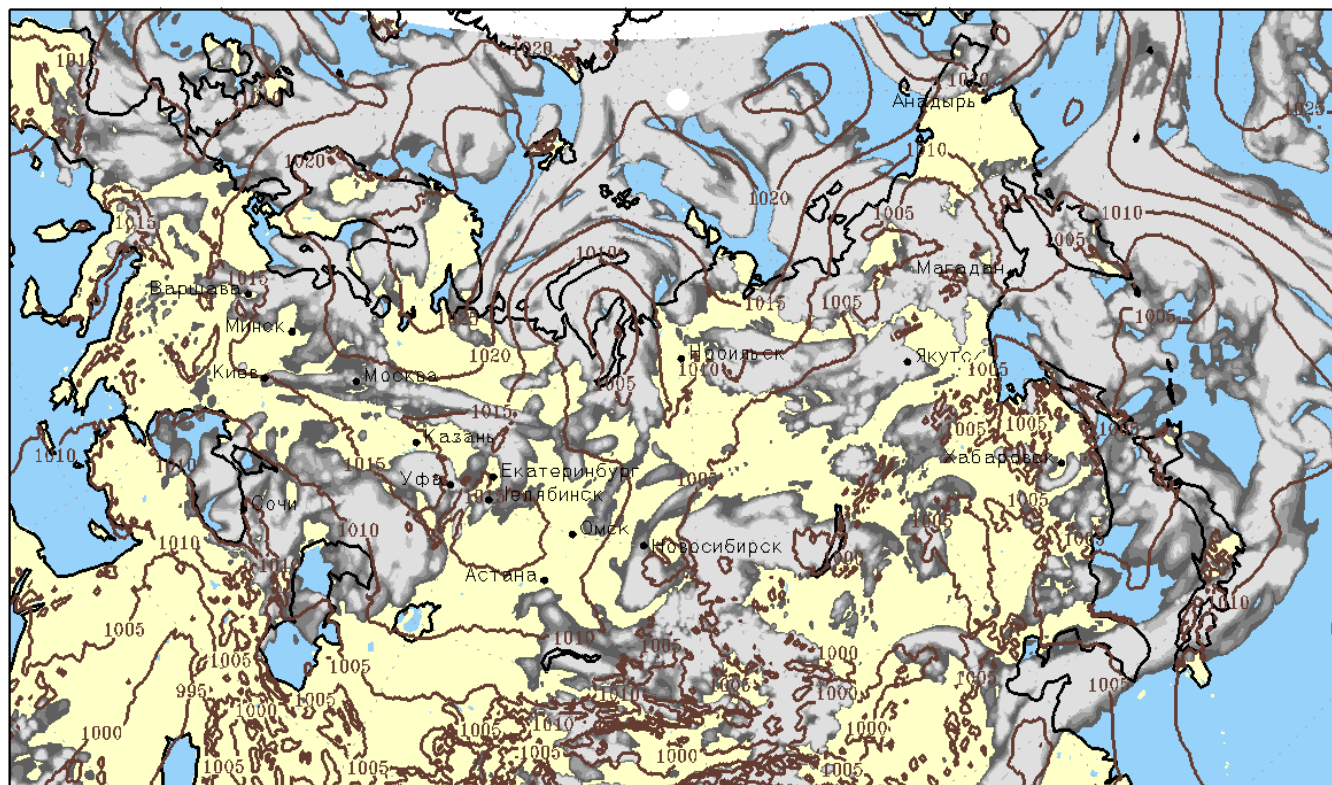
COSMO-RU 13км





Фед

04:00 05июл 2012 (МСК): Р ур.моря, облачность, осадки





An operational high resolution regional NWP system at JMA

Hisaki EITO

Numerical Prediction Division, Japan Meteorological Agency (NPD/JMA)

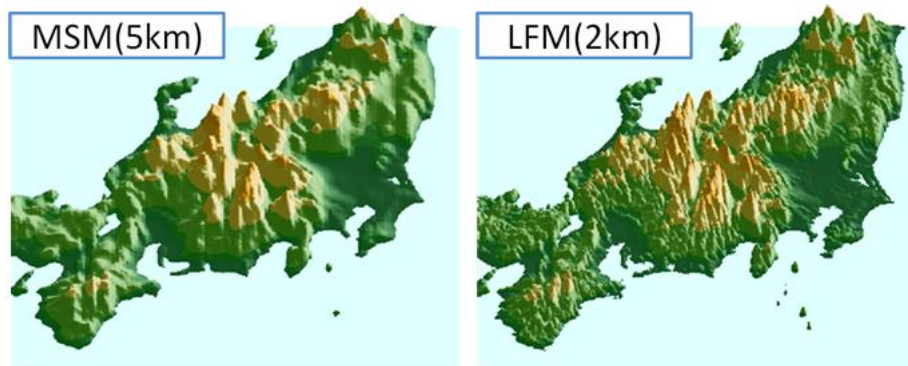
E-mail: heito@met.kishou.go.jp

The 34th EWGLAM and 19th SRNWP meetings, Helsinki, Finland

8th-11th October 2012

Introduction

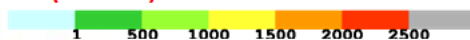
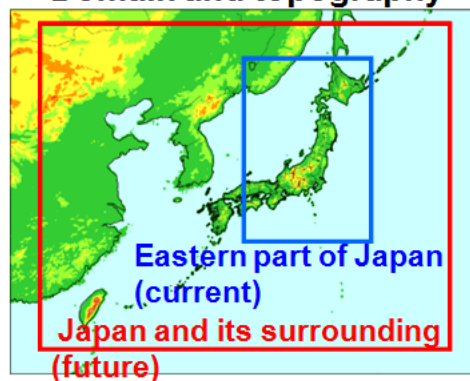
- The **supercomputer system at JMA** has been **upgraded** in June 2012, and now in operation.
- Taking advantage of much more computational resources, a high resolution ($dx=2km$) regional model (**LFM: Local Forecast Model**) has been operating since **August in 2012**.
- **The purpose** is providing information on **aviation weather** and **disaster prevention**.



Basic design of the LFM

- **LFM** with a **2km horizontal meshes** and **60 vertical layers** covers the **eastern part of Japan**, and provides **9-hour period forecasts every 3 hours**.
- The forecast domain will be expanded so that **the Japanese territory and its surrounding areas** can be covered and the update frequency will be enhanced to **every hour** in 2013.
- **Initial conditions for LFM** are generated by the **RUC employing the 3D-VAR**. This faster data assimilation helps the frequent updates of forecasts.

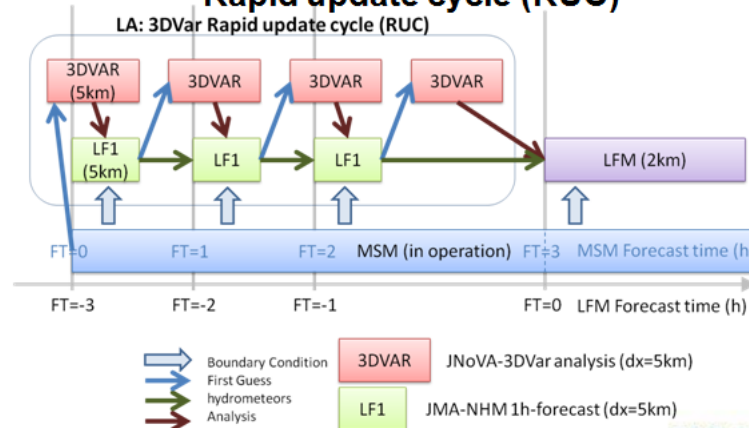
Domain and topography



気象庁

Japan Meteorological Agency

Rapid update cycle (RUC)



JMA

3

The 34th EWGLAM and 19th SRNWP meetings



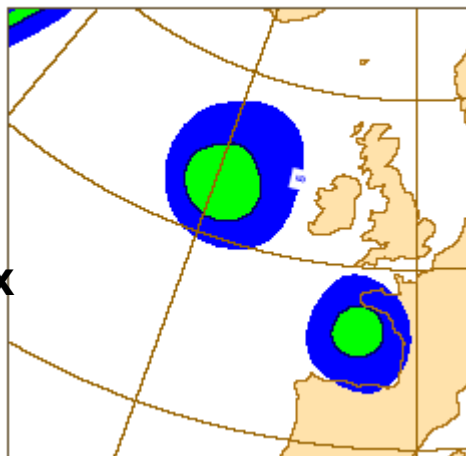
АНСАМБЛИ

Роль начальных данных о состоянии атмосферы

(Е.Д.Астахова) (влияние их малых возмущений на 5-сут прогноз)

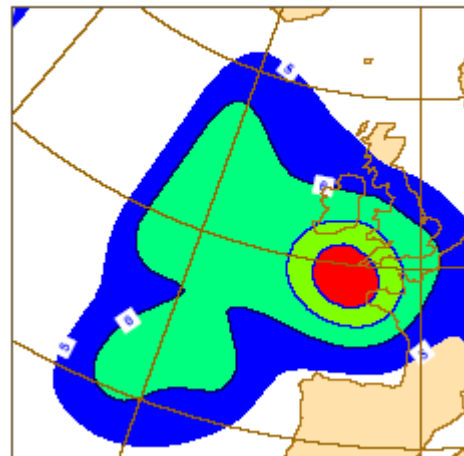
Прогноз 1
Контрольный
от
невозмущенных
начальных
данных

FC_0 1000hPa Z 1996-12-21 12h fc t+120



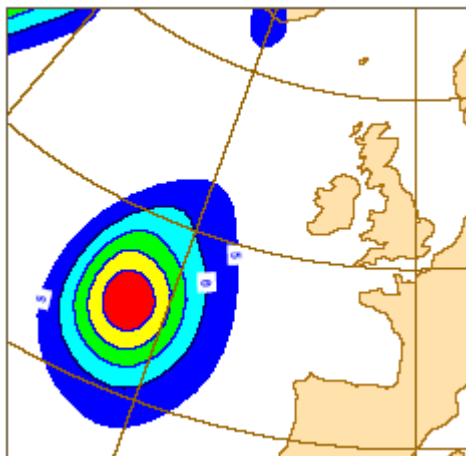
Прогноз 2
от
возмущенных
начальных
данных

FC_25 1000hPa Z 1996-12-21 12h fc t+120



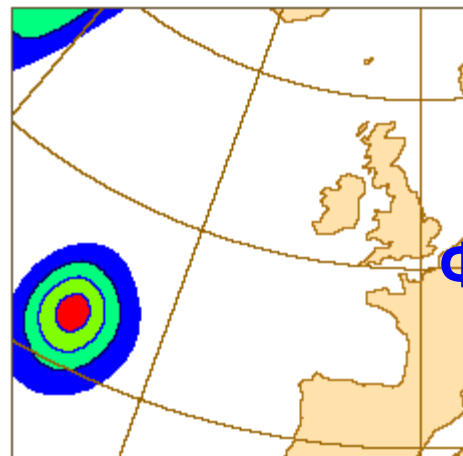
Прогноз 3
от
возмущенных
начальных
данных

FC_24 1000hPa Z 1996-12-21 12h fc t+120



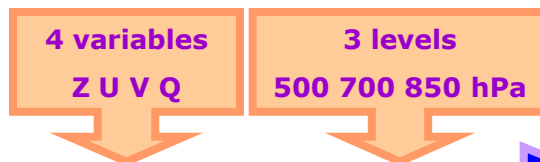
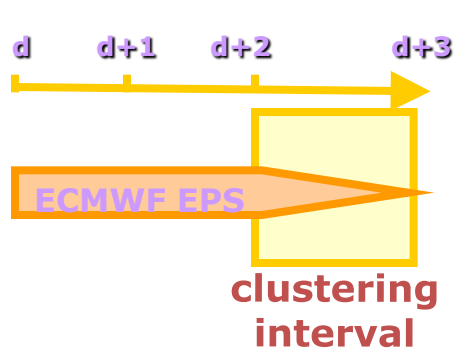
Фактическое

Analysis 1000hPa Z 1996-12-26 12h



COSMO-FROST-EPS @ ECMWF:

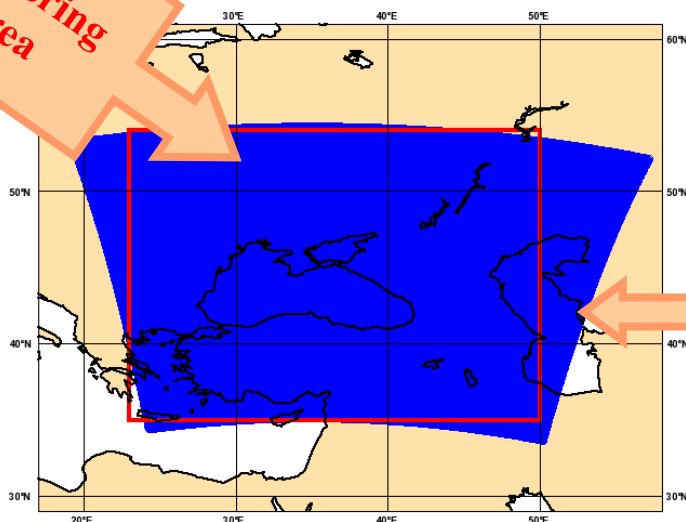
present status



10 Representative Members driving the **10** COSMO-model integrations (weighted according to the cluster populations)

employing either Tiedtke or Kain-Fristch convection scheme (randomly chosen)

+ perturbations in turbulence scheme and in physical parameterisations



- $\Delta x \sim 7$ km; 40 ML; fc+72h;
- initial time: 00/12 UTC;
- At the moment, computer time (~ 2 million BUs for 2012) is provided by an ECMWF Special Project;
- suite managed by ARPA-SIMC;
- contributions from ECMWF member states could be needed in the future.

ROC area

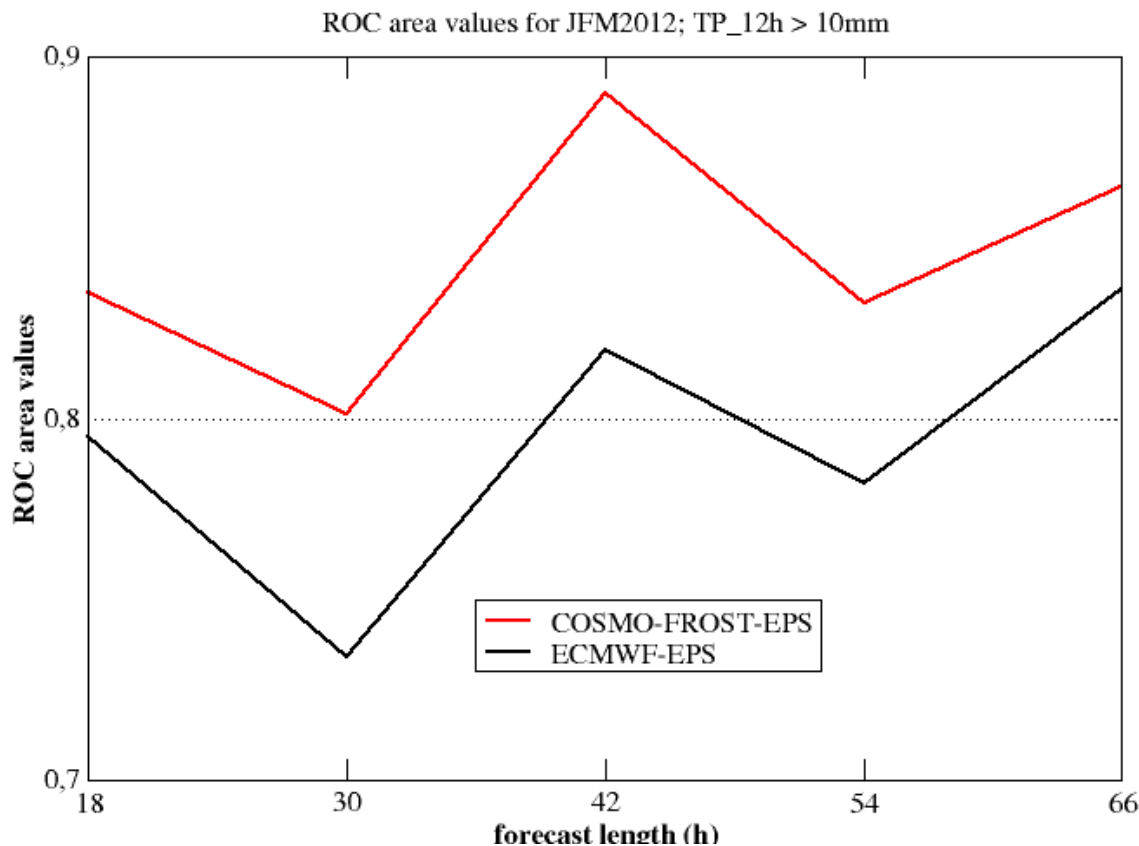
- Area under the curve in the HIT rate vs FAR diagram; the higher, the better ...
- Valuable forecast systems have ROC area values > 0.6 .
- Consider the event: 12-hour precipitation exceeding 10 mm

➤ COSMO-FROST-EPS outperforms ECMWF-EPS for all forecast ranges.

➤ 12-hour cycle of the score for both systems, which better predict precipitation occurring during daytime (6-18Z).

➤ ROC area values show little dependence on the threshold (not shown).

These results need to be confirmed over higher-resolution observational networks.



The 5th EnKF Workshop, Rensselaerville (New York), May 21-24, 2012

Session 5: Operational Implementations

Session chair: Lucio Torrisi (torrisi@meteoam.it)

Center	Scheme	Use	Operations	Presentation
CMC (Canada)	EnKF (Stochastic)	- EPS initialization	January 2005	Oral
NCEP (USA)	Hybrid (3DVAR/EnSRF)	- Deterministic forecast	May 2012	Oral (sess.2)
UKMO	Hybrid (4DVAR/ Local ETKF)	- Deterministic forecast - EPS Perturbations	July 2011 June 2006	Oral
MF (France)	EDA (Ensemble of 4DVAR)	- Initial B variances in 4DVAR - EPS initial perturbations together with SV	July 2008 December 2009	-
ECMWF	EDA (Ensemble of 4DVAR)	- Initial B variances in 4DVAR - EPS initial perturbations together with SV	May 2011 June 2010	Oral
CNMCA (Italy)	Regional EnKF (LETKF)	- Deterministic forecast	June 2011	Poster



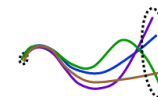
Running a Boundary Condition Ensemble

Benefits from Interoperability

Ulrich Schättler
Deutscher Wetterdienst
Research and Development



Evaluation of the **operational** convection-permitting COSMO-DE-EPS for the summer of 2012

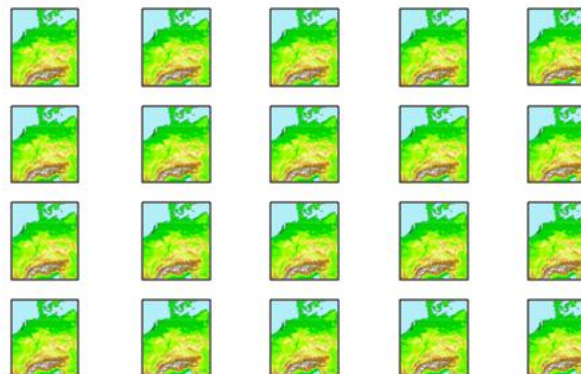
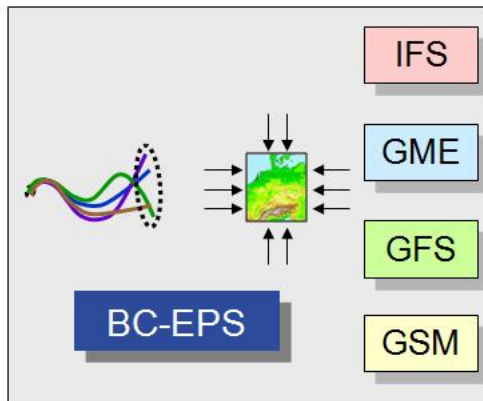
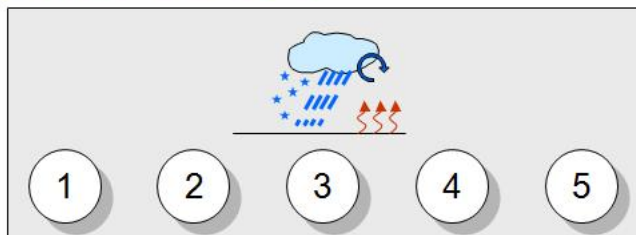


Detlev Majewski, Susanne Theis, Christoph Gebhardt
Zied Ben Bouallègue, Michael Buchhold, Carlos Peralta

Deutscher Wetterdienst, DWD



The 20 members of COSMO-DE-EPS



The Boundary Condition EPS

→ Fields provided are:

GME	U	V	T	QV	QC	QI	QR	QS	PS	T_S	QV_S
IFS:	U	V	T	QV	QC	QI	QR	QS	PS	T_S	QV_S
GFS:	U	V	T	QV	QC	QI			PS	T_S	QV_S
GSM:	U	V	T	QV	QC				PS	T_2M	QV_2M

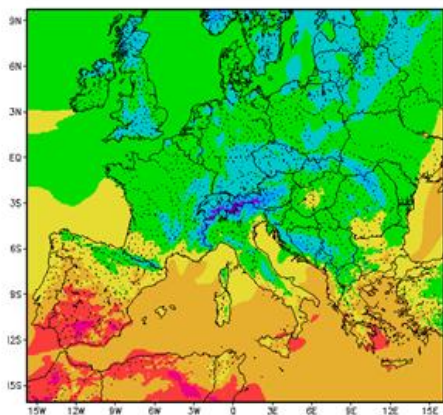
- GSM is counting vertical levels from bottom to top, while all others are counting from top to bottom.
- GSM is providing 2m temperature and relative humidity, all others surface values
- Global data are available for 00 and 12 UTC
- BCEPS is running at 00, 06, 12 and 18 UTC for +24 hours

Temperature (lowest modell evel)

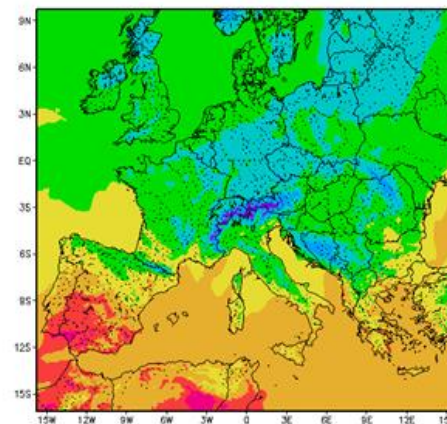
Deutscher Wetterdienst
Wetter und Klima aus einer Hand



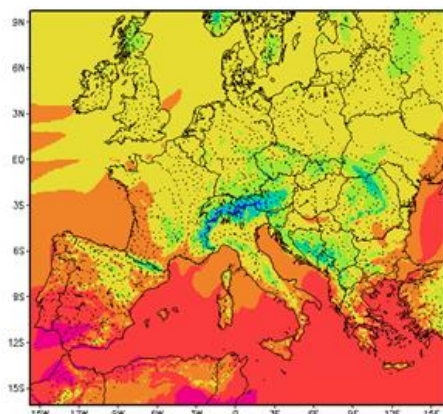
GME



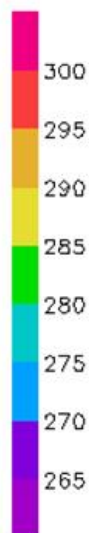
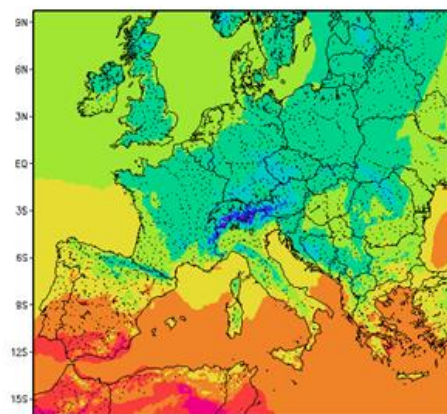
IFS



GSM



GFS



Заключение

- 1. На основе выполненных работ, а также других исследований, проводящихся в ФГБУ "Гидрометцентр России", проводится работа по развитию и доведению до оперативной реализации ориентированная на численный прогноз опасных явлений погоды схема гидродинамического прогноза погоды в рамках системы гидрометеорологического обеспечения Зимней олимпиады Сочи-2014 г. , Универсиады 2013 в г. Казани и расширения области прогнозирования.*
- 2. В научно-исследовательскую и оперативную деятельность, связанную с COSMO-RU, вовлечена талантливая молодежь МГУ им. М.В.Ломоносова, создается кадровый потенциал для формирования научной идеологии в области мезомасштабного гидродинамического моделирования и будущей ее реализации.*

Мезомасштабный численный прогноз погоды: современное состояние и будущее.

Ривин Г.С.,

ФБГУ “Гидрометцентр России”
МГУ им. М.В.Ломоносова

Вопросы?

Школа-семинар молодых ученых и специалистов в области гидрометеорологии
Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды
Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации
Новосибирск, 31.10-02.11 2012 г.



An operational high resolution regional NWP system at JMA

Hisaki EITO

Numerical Prediction Division, Japan Meteorological Agency (NPD/JMA)

E-mail: heito@met.kishou.go.jp

The 34th EWGLAM and 19th SRNWP meetings, Helsinki, Finland

8th-11th October 2012

Introduction

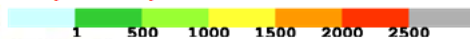
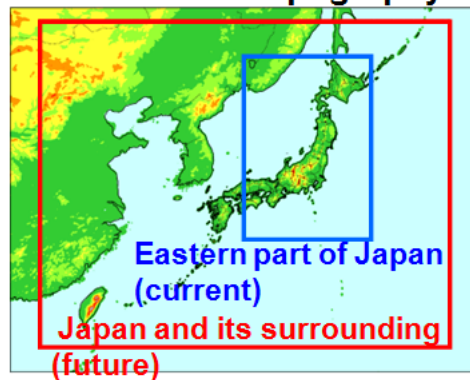
- The **supercomputer system at JMA** has been **upgraded** in June 2012, and now in operation.
- Taking advantage of much more computational resources, a high resolution ($dx=2km$) regional model (**LFM: Local Forecast Model**) has been operating since **August in 2012**.
- **The purpose** is providing information on **aviation weather** and **disaster prevention**.



Basic design of the LFM

- **LFM** with a **2km horizontal meshes** and **60 vertical layers** covers the **eastern part of Japan**, and provides **9-hour period forecasts every 3 hours**.
- The forecast domain will be expanded so that **the Japanese territory and its surrounding areas** can be covered and the update frequency will be enhanced to **every hour** in 2013.
- **Initial conditions for LFM** are generated by the **RUC employing the 3D-VAR**. This faster data assimilation helps the frequent updates of forecasts.

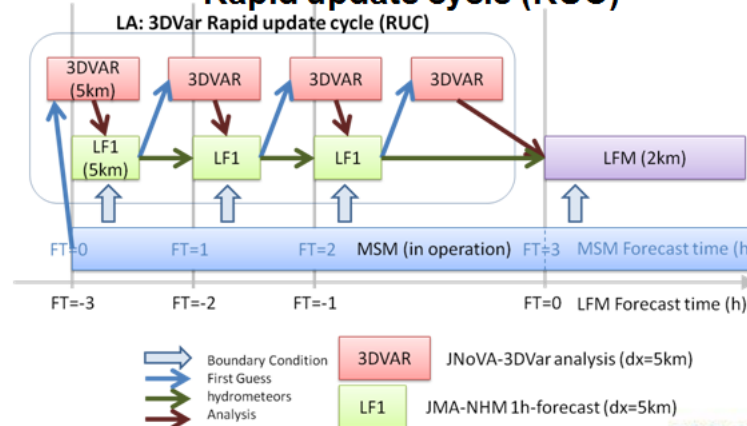
Domain and topography



気象庁

Japan Meteorological Agency

Rapid update cycle (RUC)



JMA

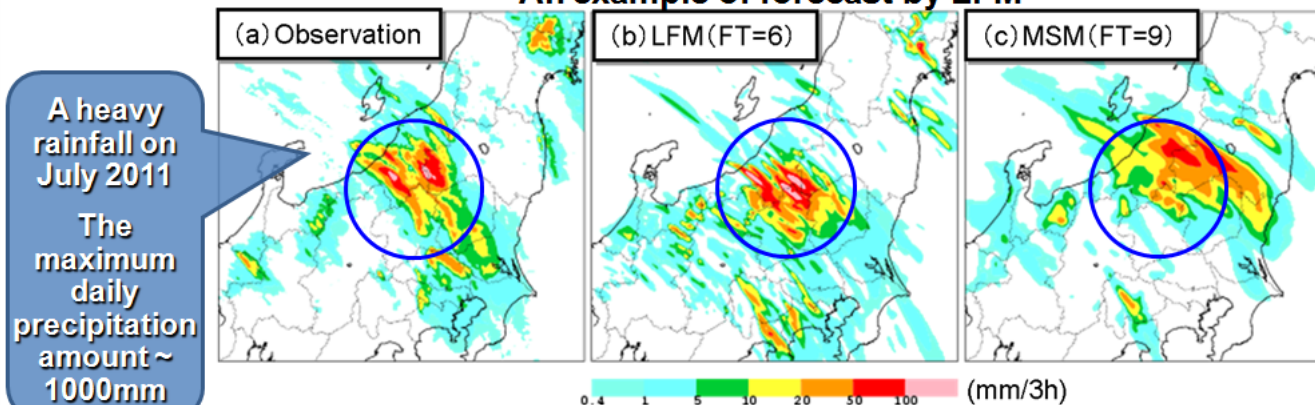
3

The 34th EWGLAM and 19th SRNWP meetings

Advantages of the high resolution model

- One of **the advantages of higher resolution models** is that the models can **represent smaller scale phenomena**.
- Higher resolution models can better **represent phenomena related to topography**.
- High resolution makes it possible **to assimilate observations of which locality is strong like temperature and wind velocity near the surface**.

An example of forecast by LFM



Typical example of 3 hour accumulated precipitation which LFM better predicted intensity and location of heavy rainfall than MSM.



Met Office

EWGLAM/SRNWP - Helsinki, 8-11 Oct 2012



**The UK Met Office Nowcasting
Demonstration Project**
Zhihong Li, Sue Ballard, David Simonin, Jean-Francois Caron

© Crown copyright Met Office



Met Office

Introduction - NDP

- Aim: Develop a NWP nowcasting system to produce more accurate and timely forecasts of severe and high impact weather, focusing especially on flood risk

Data Assimilation/analysis vital for these short period forecasts of 0-6 hours

- Rapid update cycling is needed: Hourly cycling
– Hourly analysis and forecasts every hour to T+6/12 hours
- 4D-Var to assimilate latest high resolution sub-hourly obs (e.g. Radar Doppler winds)
- Prompt delivery time (obs timeliness and P6/7)

© Crown copyright Met Office



Met Office

Introduction - NDP

- The NDP system started running in real-time with forecasts to T+6 hours from March 2012 on IBM P6 (until Sept 2012)
- The real-time running on IBM P7 (operational support) began in July 2012 with extended forecasts to T+12 hours
- Use London 2012 Olympics to perform a real-time demonstration
- Evaluate extreme flood events over period of May, June and July 2012

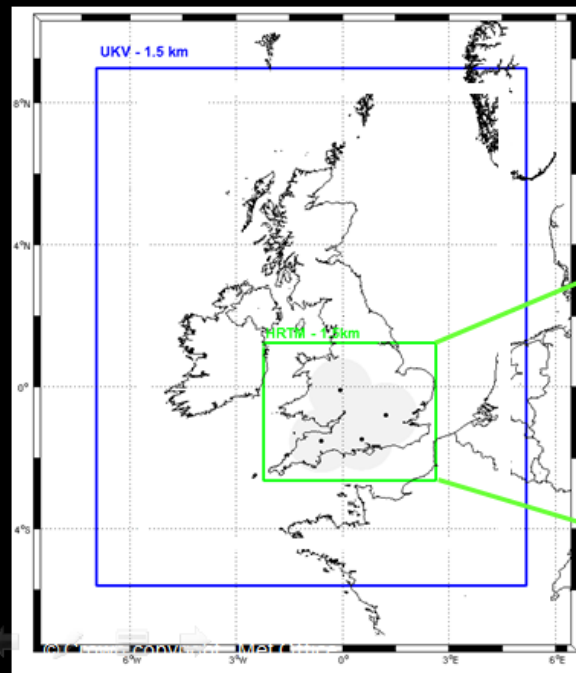
© Crown copyright Met Office

Гидрометцентр России

Configuration of the NDP (Sept 12, IBM P7)

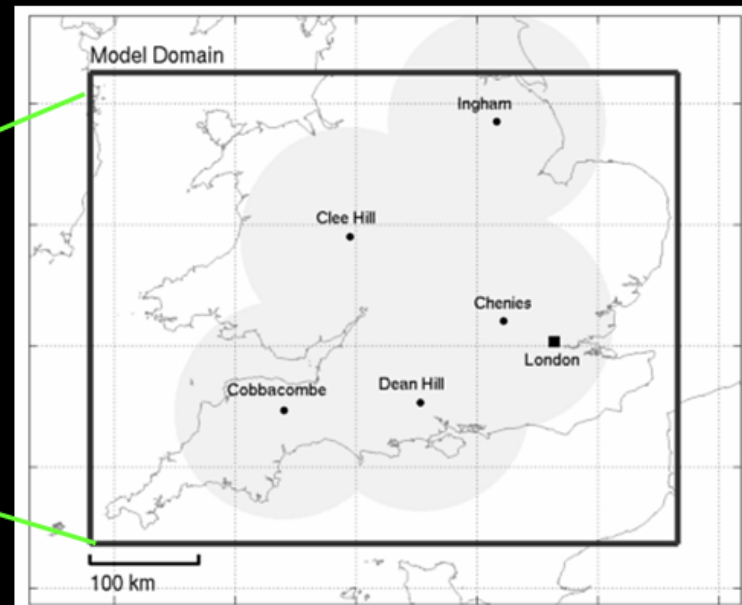


Model Met Office	UM Resolution	DA method	DA time window	Cycling	Forecast Length/Freq
NDP (Southern UK)	1.5 km (360x288x70)	4D-Var (3km)	1 hr	1 hr	T+12 (every hr)
UKV (UK)	1.5 km (744x928x70)	3D-Var (3km)	3 hr	3 hr	T+36 (every 3h)



NDP

Nested in UKV. LBCs refreshed every 3 hours with 30 mins update interval





NDP HOURLY CYCLE

1 hour f/c from T-90mins for background (first guess) in 4D-Var

1 hour to 2hour f/c from T-90mins with output every 10mins from T-30mins to T+30mins for ModelObs in 4D-Var

Observations

Observation Processing ~1min

4D-Var

4D-Var ~ 4mins

UM 12h f/c ~ 10mins

1 hr Observation/Assimilation window

DATA

4D-Var Inc

T-60mins

T-30mins

Current analysis

T+0

T+30mins

Obs Cutoff

T+60mins

Previous analysis time

Latent Heat Nudging

Radar-derived rain rates (every 15 mins)

Nudging

Start T+45 mins

OPS ~ 1 min

4D-Var ~ 4 mins

UM 12h f/c ~10 mins

(Total run time 15 mins)

Forecast ready T+60 mins



Met Office

Summary - NDP

- A high resolution (1.5km) NWP nowcasting system has been developed and run in real-time over the southern UK for demonstration during London 2012
- It assimilates sub-hourly Doppler radial winds, wind profiler, (GPS) & MSG SEVIRI data using hourly cycling 4D-Var
- The system currently produces a 12 hour forecast every hour by 30mins after the end of the observation window
- Forecasts were sometimes significantly better than the 6 hourly UKV, but substantial challenges remain
- FSS beats the STEPS (current Lagrangian extrapolation-based Nowcasting system)
- Form the basis for the Met Office next generation operational UK NWP nowcasting system

© Crown copyright Met Office



Met Office



Met Office convection-permitting ensemble MOGREPS-UK

Nigel Roberts

Met Office @ Reading

© Crown copyright Met Office