



*Федеральная служба по гидрометеорологии
и мониторингу окружающей среды*

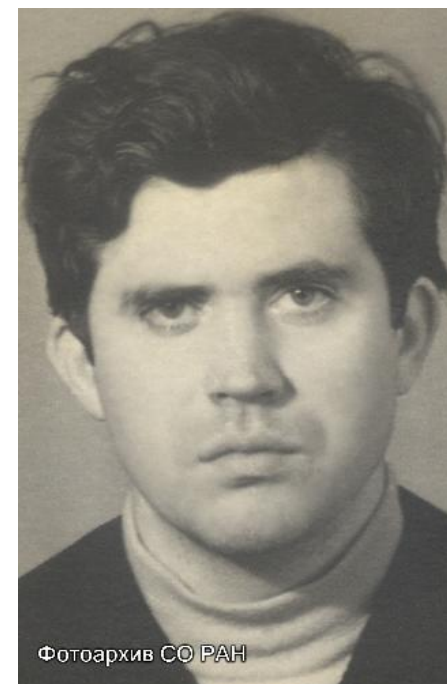
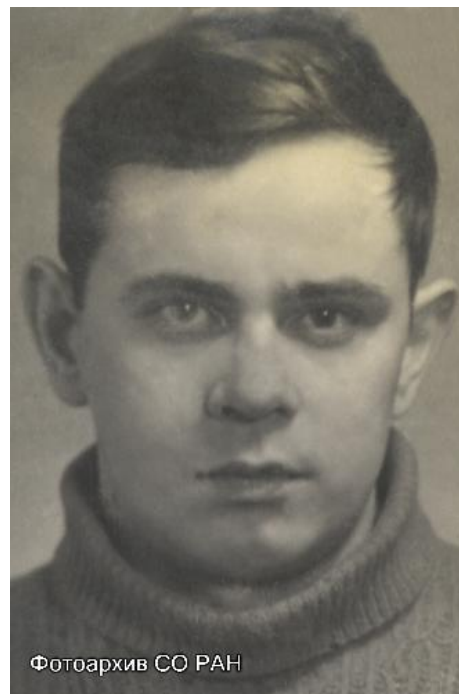
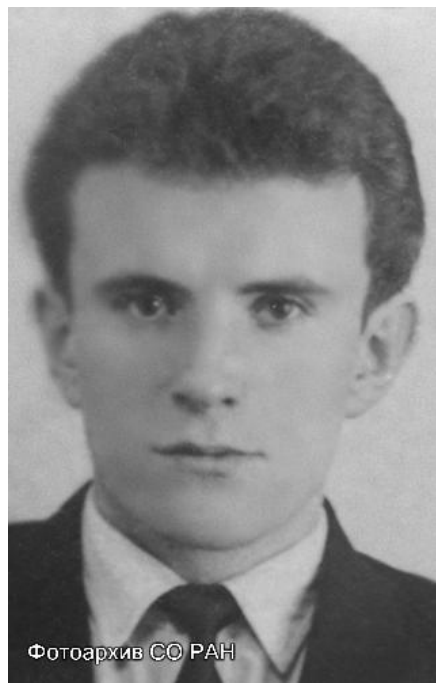


СОВРЕМЕННЫЕ ОПЕРАТИВНЫЕ СИСТЕМЫ ЧИСЛЕННОГО ПРОГНОЗА ПОГОДЫ ДЛЯ ОГРАНИЧЕННОЙ ТЕРРИТОРИИ

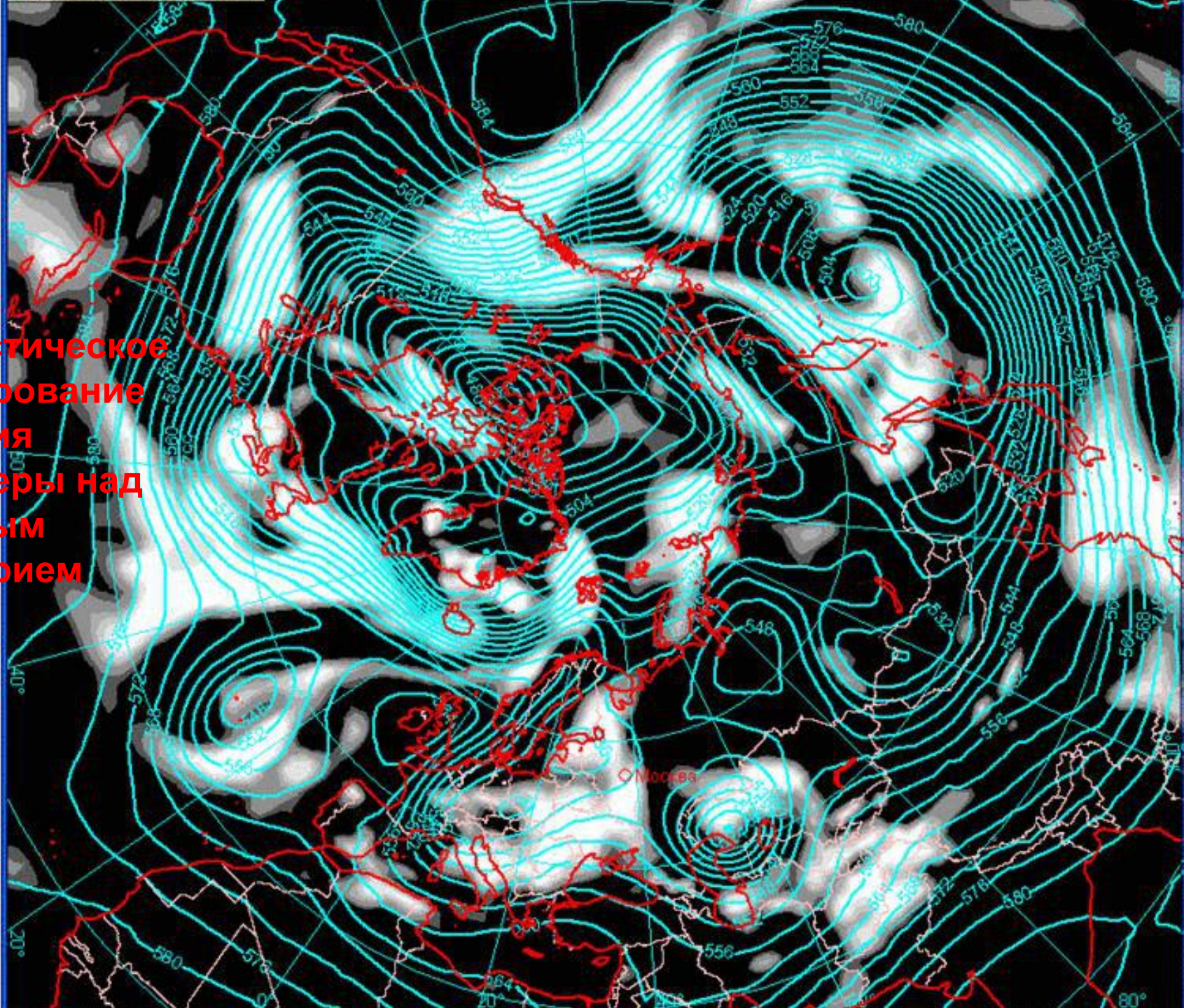
Вильфанд Р.М., Ривин Г.С., Розинкина И.А.
(ГУ "Гидрометцентр России», г. Москва)

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ПРОБЛЕМАМ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПРОГНОЗОВ,
ЭКОЛОГИИ, КЛИМАТА СИБИРИ (к 40-летию образования СибНИГМИ)
19-20 апреля 2011 г. Новосибирск

1
9
7
0



Прогностическое
моделирование
движения
атмосферы над
Северным
полушарием



МОДЕЛИ (глобальные региональные) и 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≤	М α : 2 000 – 200	50 км / 1 нед. – 1 сут.
горные ветры и волны, кластеры кучево-дождевых облаков, морской бриз, низкоуровневые струйные течения	Е β : 200 – 20	5 км / 1 сут. – 1 час
городская циркуляция, гравитационные волны, кучево-дождевые облака, турбулентность ясного неба	З 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.



Масштабы атмосферных процессов и явлений



КОМПОНЕНТЫ СИСТЕМЫ ПРОГНОЗА ПОГОДЫ

1. Люди

2. Наблюдательная система.

3. Телекоммуникационная система

4. Вычислительная система

6. Система усвоения данных

7. Модель

8. Технологическая линия (пре- и постпроцессинг)



ПРИМЕНЕНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ РАДАРОВ



ДАННЫЕ
О
ВЕТРЕ,
ГРОЗАХ,
ОСАДКАХ,
ОПАСНЫХ
ЯВЛЕНИЯХ

Метеорологи

Гидрологи

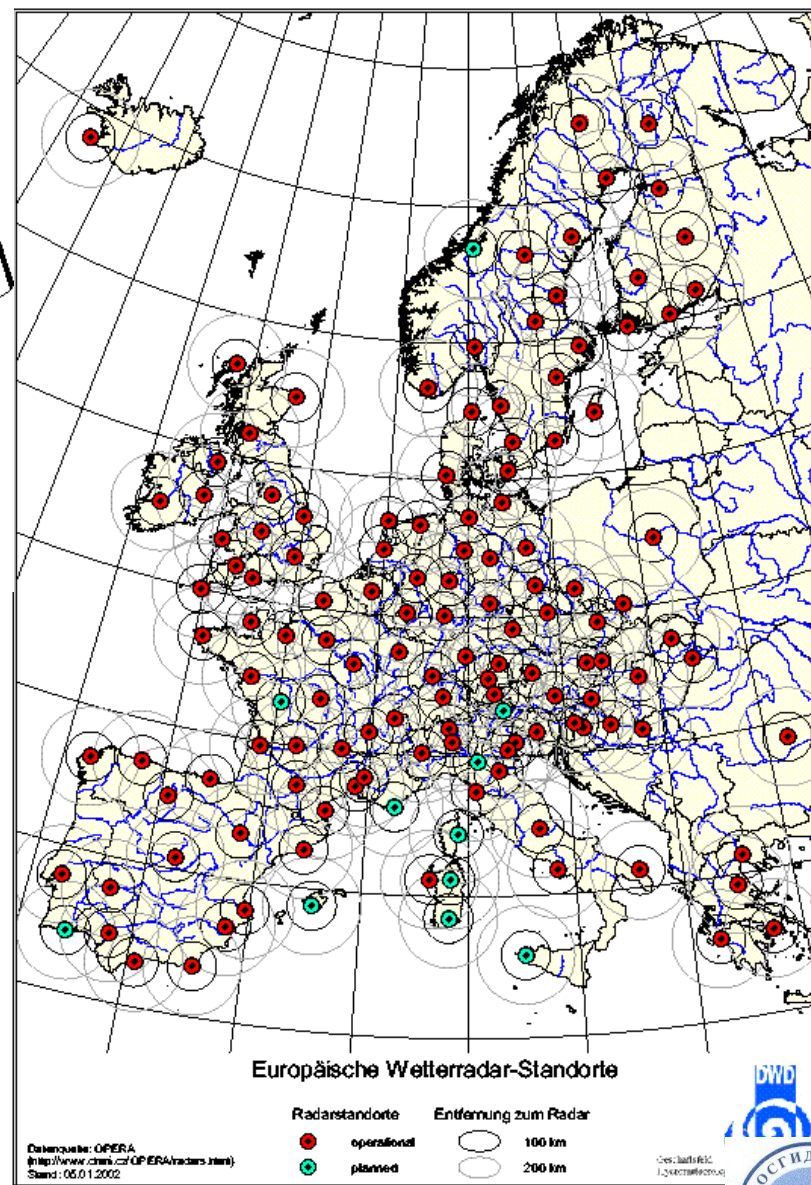
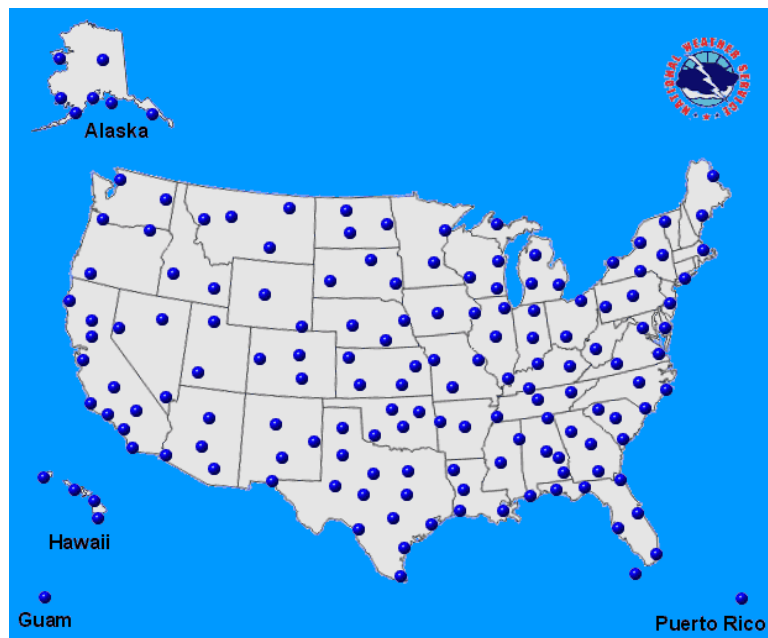
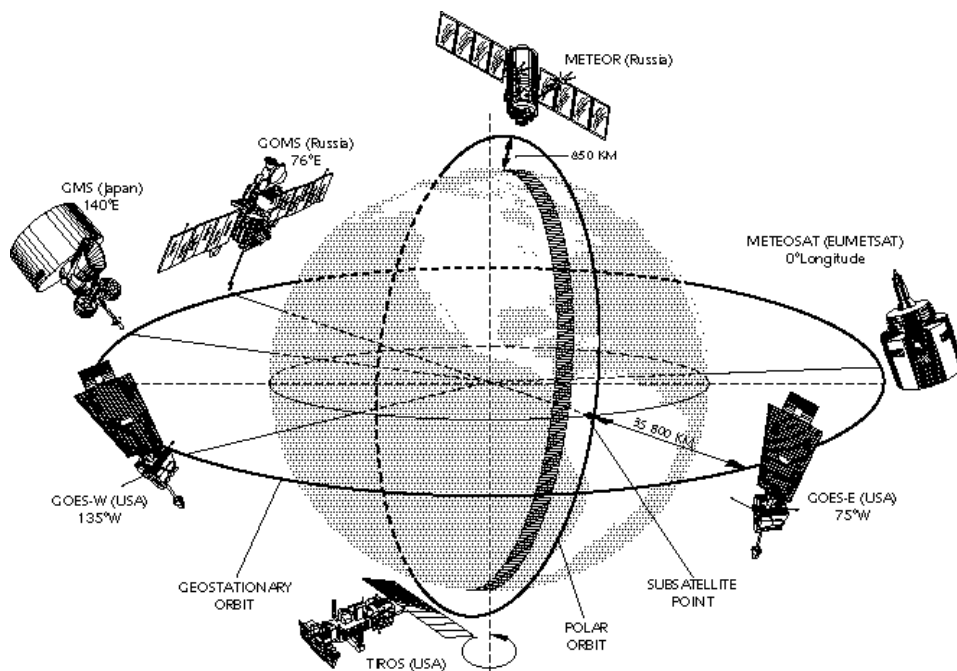
Модели
атмосферы

Концерн ПВО "Алмаз-Антей"

Научно-производственное объединение
Лианозовский электромеханический завод



Доплеровский поляризационный метеорологический
радиолокатор С-диапазона с компрессией сигналов



Гидрометеорологический центр Российской Федерации

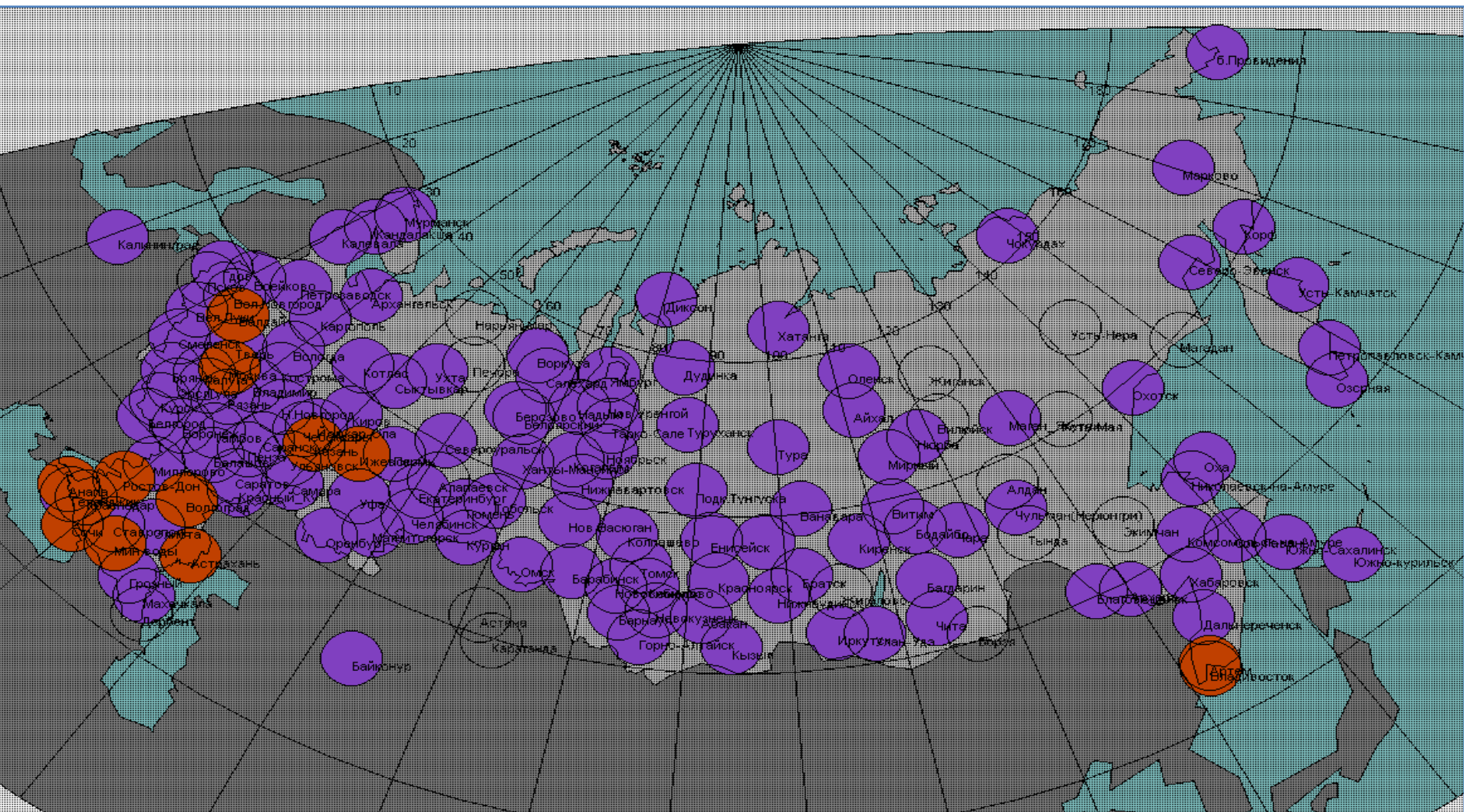




- Новые ДМРЛ
- Модернизированные МРЛ-5
- Действующие МРЛ

БЛИЖАЙШИЕ ПЛАНЫ (до 2015 г.)

- Создать радарную сеть для всей России (140 радаров).



Планируемые к установке в 2011 году



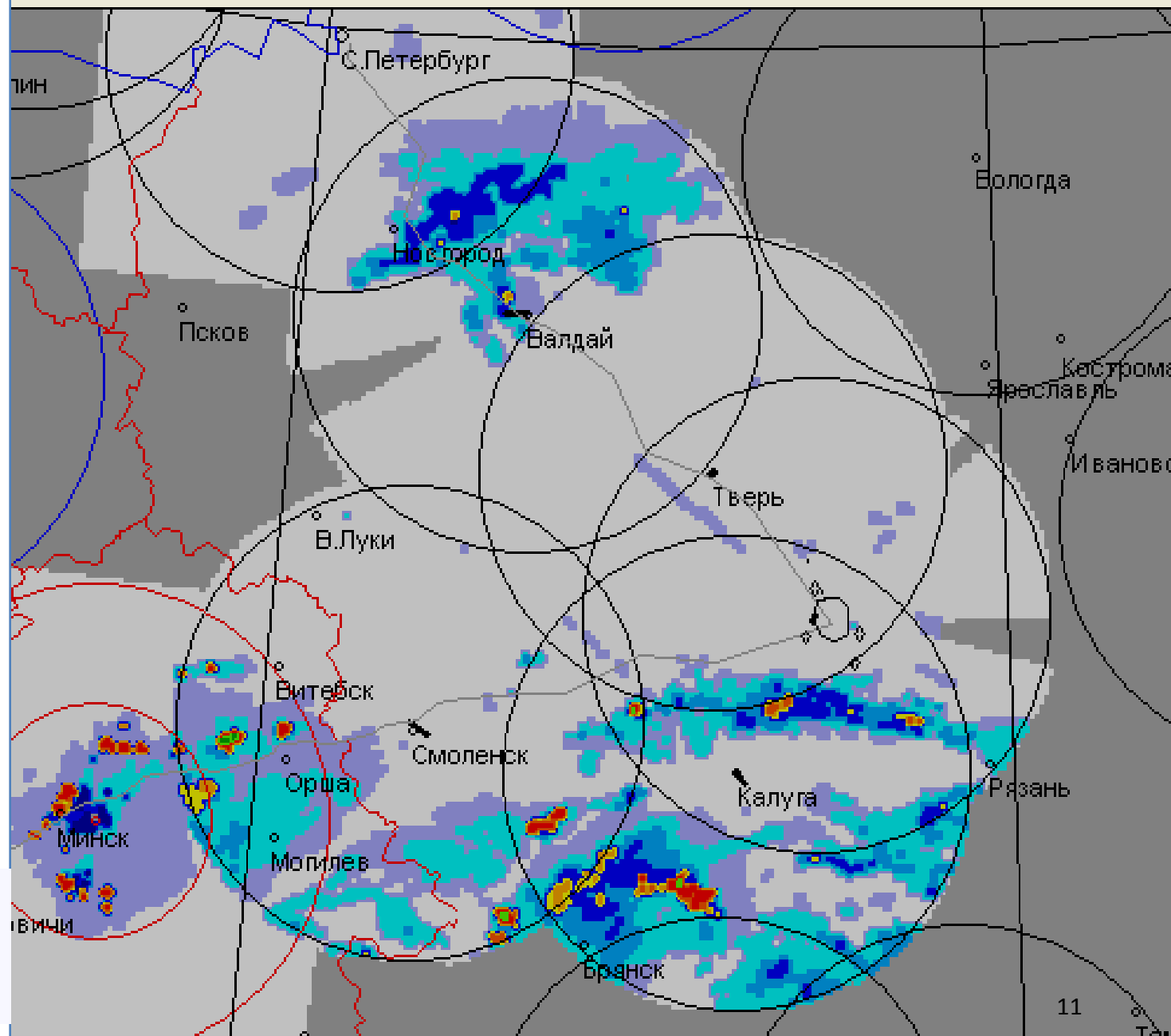
Планируемые к установке в 2012-2015 гг.

ОПАСНЫЕ ЯВЛЕНИЯ



Прогноз Помощь История

	нет инф
	нет р/э
	обл.б/ос
	сл.осад.
	осадки
	ливень
	лив.силы
	мощн. Сб
	гроза(R)
	гроза R)
	гроза R
	град Г)
	град Г
	шквал 15
	шквал 20



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.

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

Параметры оперативных систем **глобального** прогноза погоды: планы на 2010 -2012 гг.

(CAS / JSC WCRP, WGNE, N 25; WMO/TD , N 524; 2010)

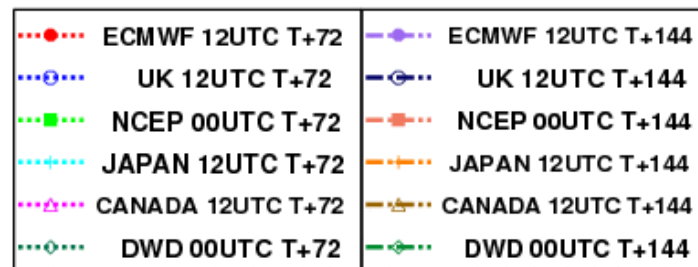
	2010		2011		2012
Великобритания	25 км	L70	25 км	L70	20 км L70
Германия	30 км	L60	20 км	L60	20 км L70 (5км Европа)
ЕЦСПП	T_L1279	L91	T_L1279	L140?	T_L1279 L140?
Канада	0.45 ⁰ * 0.3 ⁰	L80	0.45 ⁰ * 0.3 ⁰	L80	0.35 ⁰ * 0.23 ⁰ L90
Китай	T639	L60	T639	L60	GRAPES 25 км L60
Россия	T169	L31	T339	L31	T339 L63
	0.72 ⁰ * 0.9 ⁰	L28	0.37 ⁰ * 0.45 ⁰	L50	0.37 ⁰ * 0.45 ⁰ L60
США	T574	L64	T878	L64	T878 L64
Франция	T798		T798		T798
	L70	(10 км Зап.Евр.)	L70	(10 км Зап..Евр.)	L70 (10 км Зап.Евр.)
Япония	T959	L60	T959	L60	T959 L60



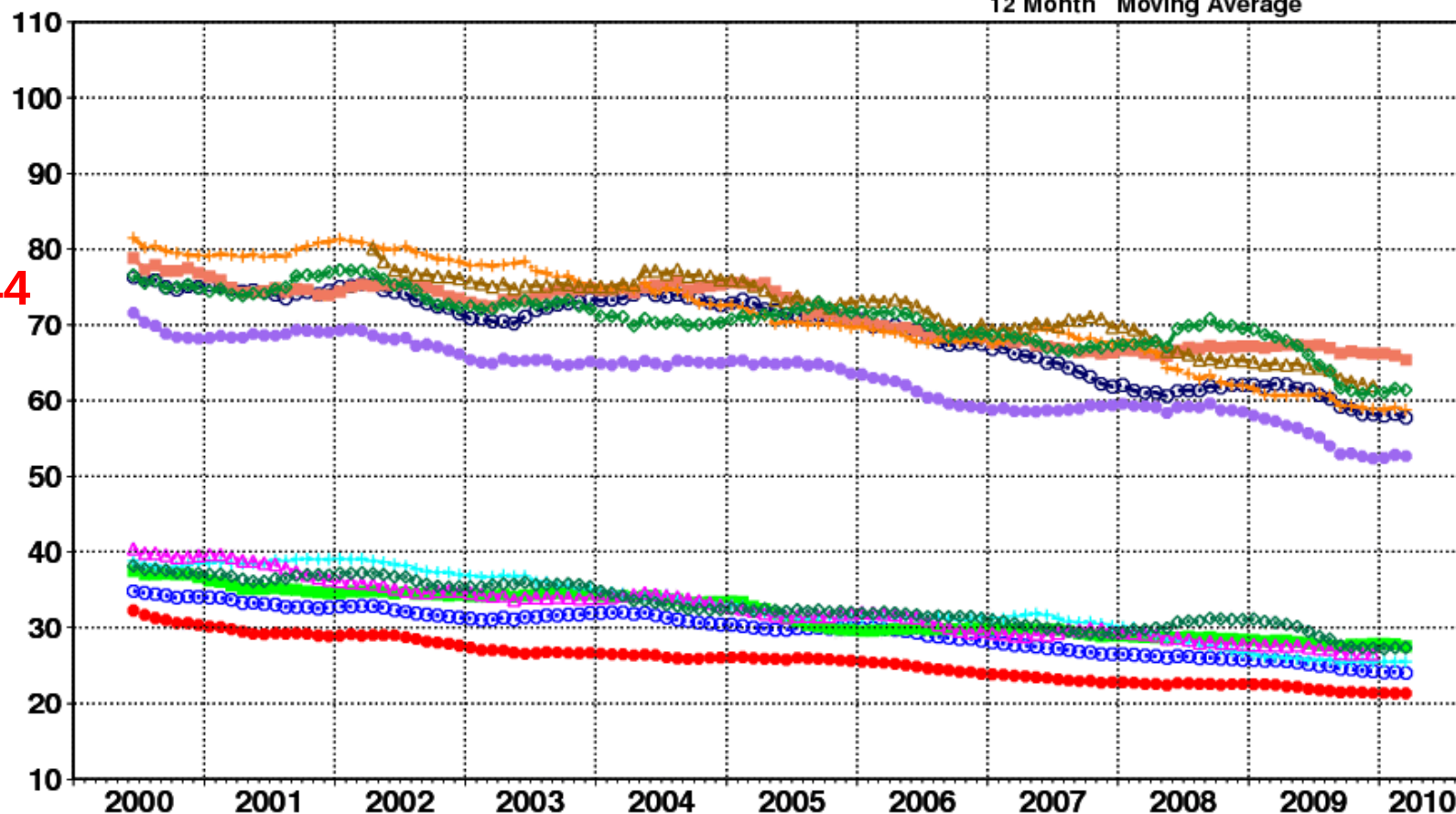
Гидрометеорологический центр Российской Федерации



VERIFICATION TO W.M.O. STANDARDS
NORTHERN HEMISPHERE
VERIFICATION AGAINST RADIOSONDES
500 hPa GEOPOTENTIAL HEIGHT RMSE (m)

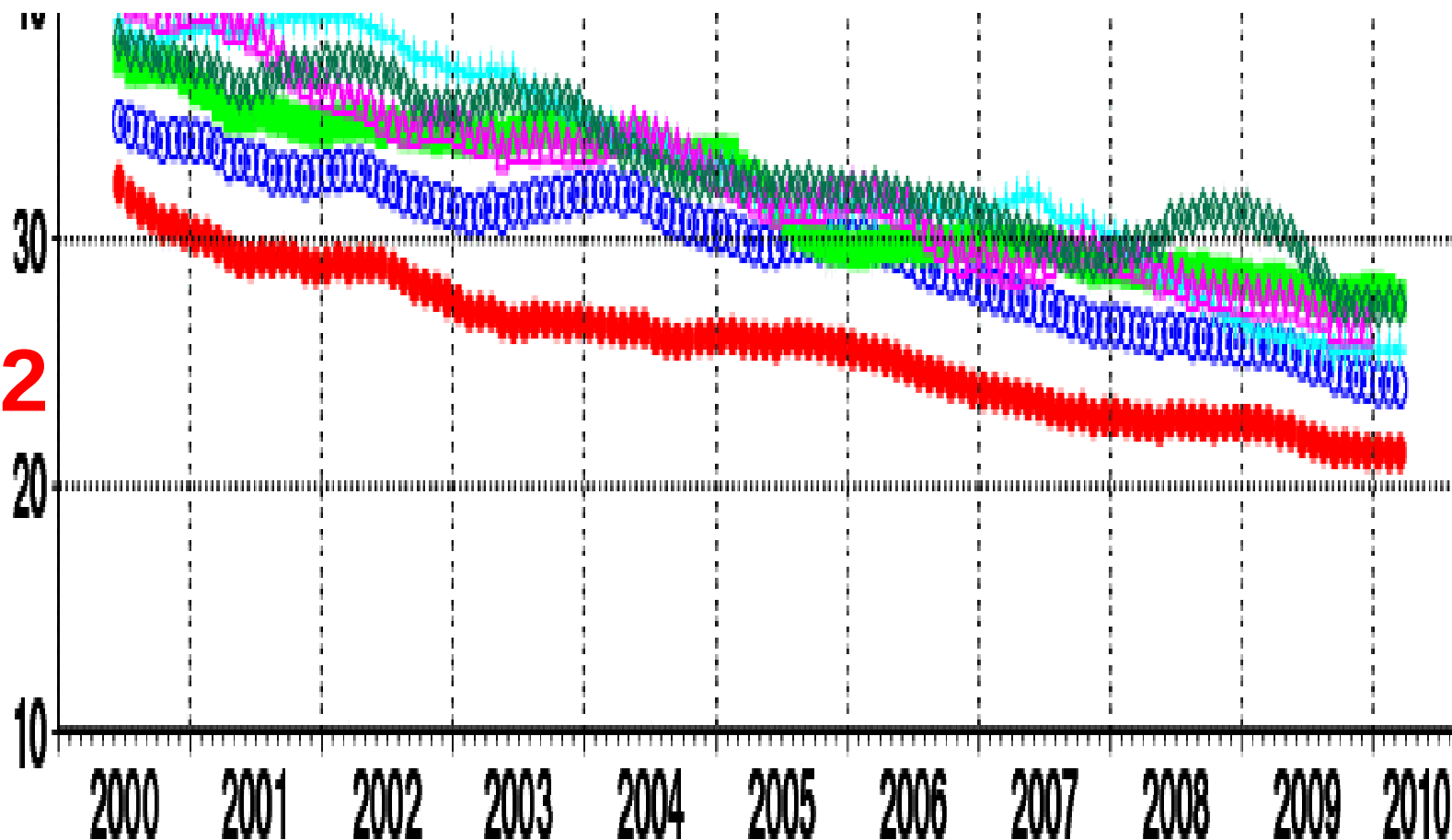


12 Month Moving Average



Miller (ECMWF), WGNE, 2010, ноябрь

T+72

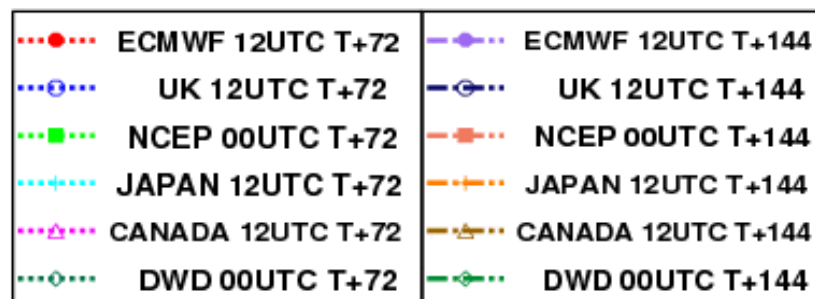


VERIFICATION TO W.M.O. STANDARDS

NORTHERN HEMISPHERE

VERIFICATION AGAINST RADIOSONDES

500 hPa GEOPOTENTIAL HEIGHT RMSE (m)

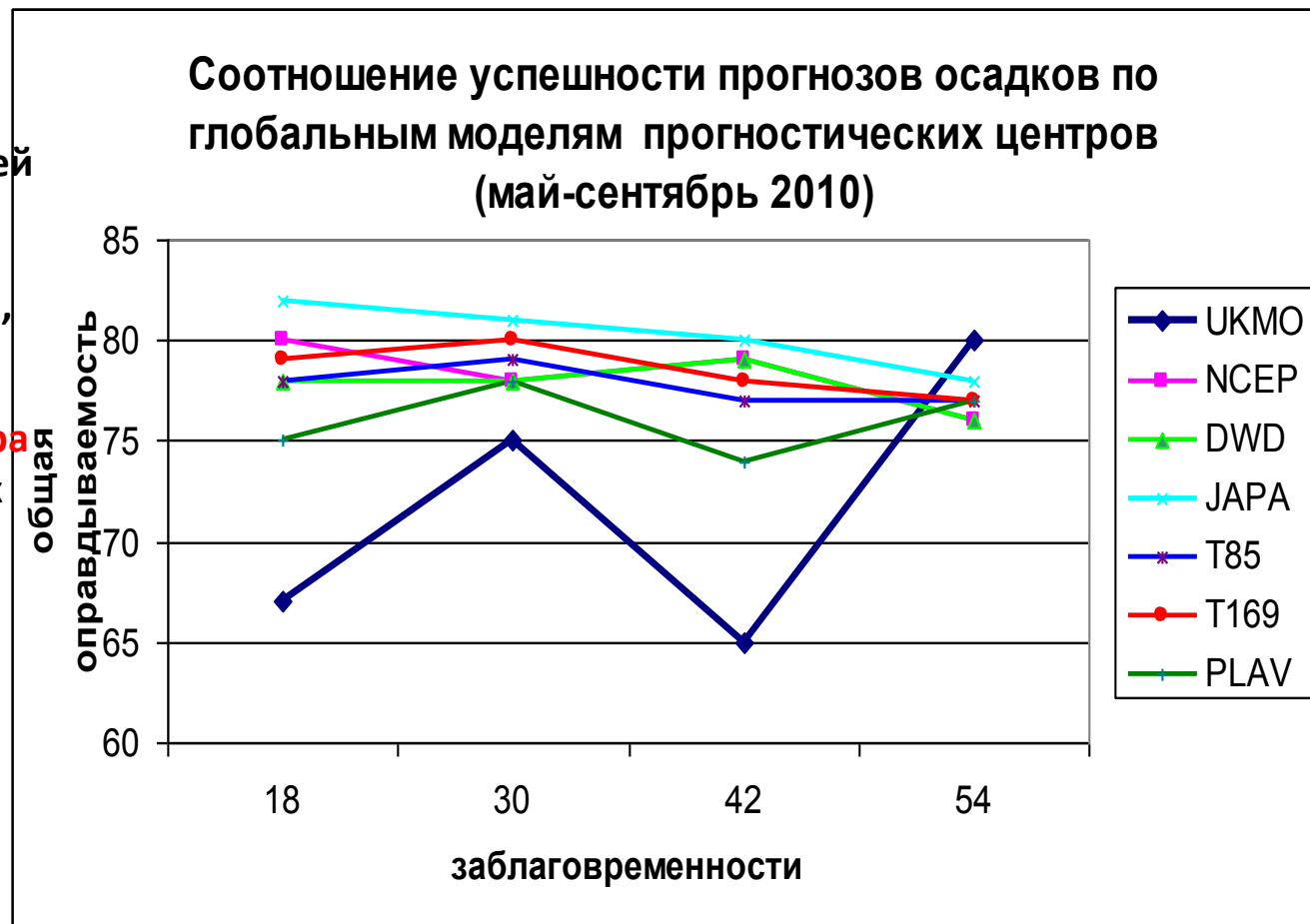


12 Month Moving Average

Miller (ECMWF), WGNE, 2010, ноябрь

БАЗОВЫЕ ВИДЫ ПРОДУКЦИИ И КАЧЕСТВО ГЛОБАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ АТМОСФЕРЫ ГИДРОМЕТЦЕНТРА РОССИИ

- **H, T, U, V, R%**
на 16-ти уровнях во всей
толще атмосферы
- **P0** (давление)
- **Осадки** (конвективные,
крупномасштабные,
суммарные)
- **Приземная температура**
- **Облачность** различных
ярусов;
- **Ветер приземный и
приводный**



ECMWF forecast systems

Implemented Jan 26 2010 as Cycle 36R1

- Configuration:
 - Deterministic model: T1279L91 (~16km)
 - Outer loop of 4D-Var T1279L91 and inner loops (T159/T255/T255)
 - EPS resolution T639 (to 10 days) and T319 thereafter
 - Wave model (25km and 36 directions)

ECMWF Strategy 2011-2020

Model resolution

- **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

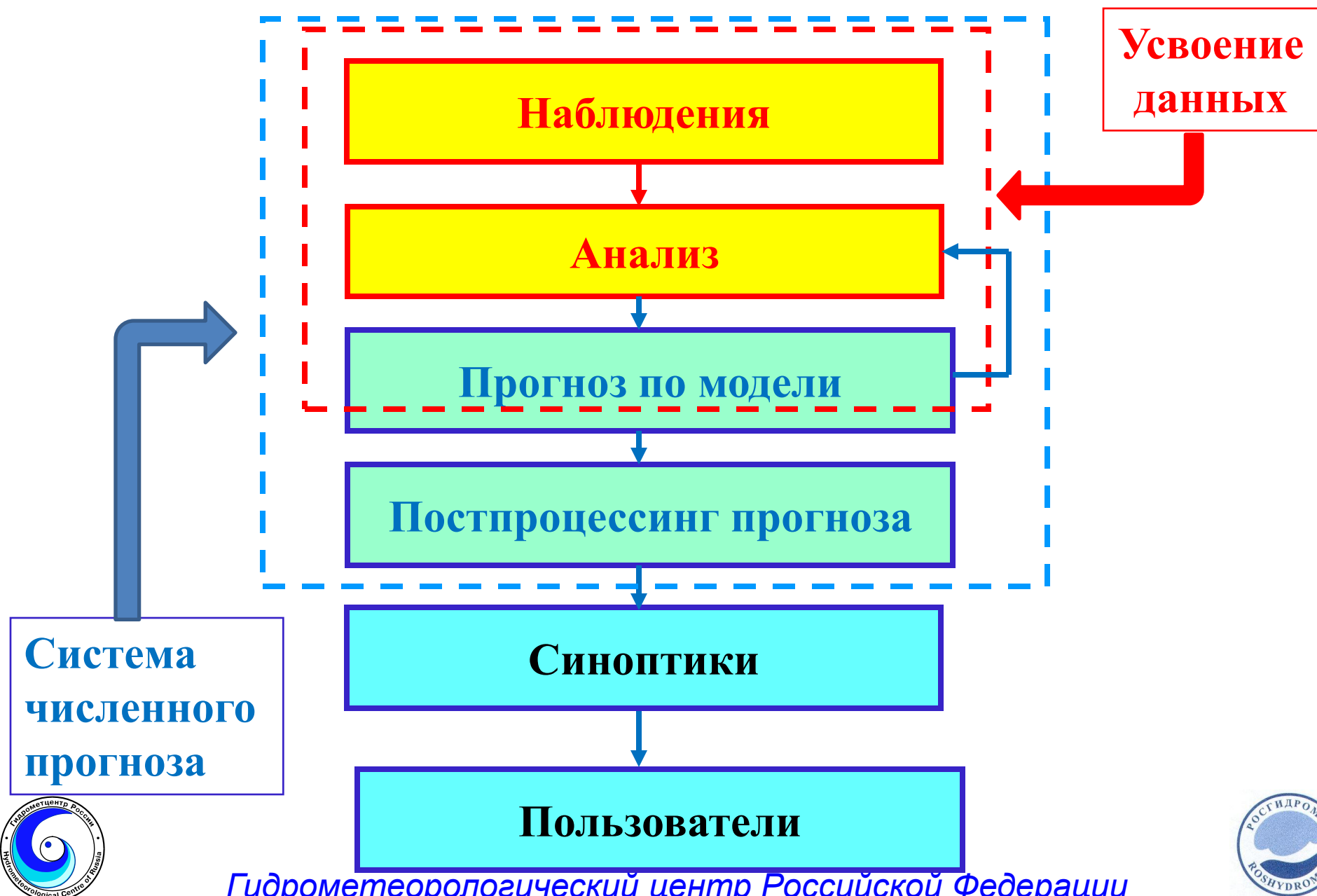
Планируемые параметры систем прогноза погоды для ограниченных территорий на 2010 г. – 2012 гг. (CAS / JSC WCRP , WGNE, N 25; WMO/TD , N 524; 2010)

	2010	2011	2012
Великобритания	12,0км: 600 * 360 * 70 1,5км: 768 * 960 * 70	12,0км: 600 * 360 * 70 1,5км: 768 * 960 * 70	12,0км: 600 * 360 * 90 1,5км: 768 * 960 * 70
Германия	7,0км: 665 * 657 * 40 2,8км: 421 * 461 * 50	7,0км: 665 * 657 * 40 2,8км: 421 * 461 * 50	5,0км окно в глоб. м. 2,8км: 421 * 461 * 50
Канада	15,0км: 576 * 641 * 80 2,5км: 201 * 201 * 58	15,0км: 576 * 641 * 80 2,5км: 201 * 201 * 58	10,0км: 800 * 800 * 80 2,5км: 201 * 201 * 58
Китай	15,0км: 550 * 330 * 31	5,0км: 1650 * 990 * 60	5,0км: 1650 * 990 * 60
Регион COSMO Россия WRF-ARW	40 км: 670 * 430 * 30 7,0км: 700 * 620 * 40 2,2км: 470 * 420 * 50 11 км: 1250 * 500 * 31 3 км: 1300 * 1080 * 31	40 км: 670 * 430 * 30 7,0км: 700 * 620 * 40 2,2км: 470 * 420 * 50 11 км: 1250 * 500 * 31 3 км: 1300 * 1080 * 31	40 км: 1270 * 860 * 40 5,0км: 900 * 800 * 60 2,2км: 470 * 420 * 60 11 км: 1250 * 500 * 31 3 км: 1300 * 1080 * 31
США	12,0км: 954 * 835 * 60 4,0 км: 778 * 1099 * 35 5,15 км: 874 * 614 * 35 4,0 км: 191 * 309 * 35 5,15 км: 214 * 174 * 35	12,0км: 954 * 835 * 70 4,0 км: 1371 * 1100 * 70 6,0 км: 595 * 625 * 70 3,0 км: 373 * 561 * 70 3,0 км: 241 * 241 * 70	12,0км: 954 * 835 * 80 4,0 км: 1371 * 1100 * 80 6,0 км: 595 * 625 * 80 3,0 км: 373 * 561 * 80 3,0 км: 241 * 241 * 70
Франция	2,5км: 750 * 720 * 60	2,5км: 750 * 720 * 60	2,5км: 750 * 720 * 60
Япония	5,0км: 721 * 577 * 50	5,0км: 721 * 577 * 50	5,0км: 721 * 577 * 50

Гидрометеорологический центр Российской Федерации



ПРОГНОЗ ПРОЦЕССОВ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ



ВРЕМЯ (UTC) ПОСТУПЛЕНИЯ ОПЕРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИИ В ГИДРОМЕТЦЕНТР РОССИИ

Центр	Начало поступления (после срока наблюдения)	Окончание поступления	Шаг сетки	Интервал поступления данных для боковых граничных условий
COSMO	2 час 30 мин	3 час 05 мин	30 (20) км	через 3 (1) часа
MetOffice UK (Exeter)	3 час 10 мин	3 час 52 мин	$1,25^0 * 1,25^0$ 135 км	через 12 часов
NCEP	3 час 30 мин	4 час 30 мин	$0,5^0 * 0,5^0$ 55 км	через 6 часов



МЕЗОМАСШТАБНЫЕ НЕГИДРОСТАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ

- **ВЕЛИКОБРИТАНИЯ: UM**
- **МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ КОНСОРЦИУМЫ ЕВРОПЫ**

В 2007 г. Росгидромет вступил в консорциум COSMO для совместного развития и использования мезомасштабной модели COSMO.

С 1 октября 2009 г. – полноправный член.

-- ALADIN

(Aire Limitée Adaptation dynamique
Développement InterNational),
(Франция);

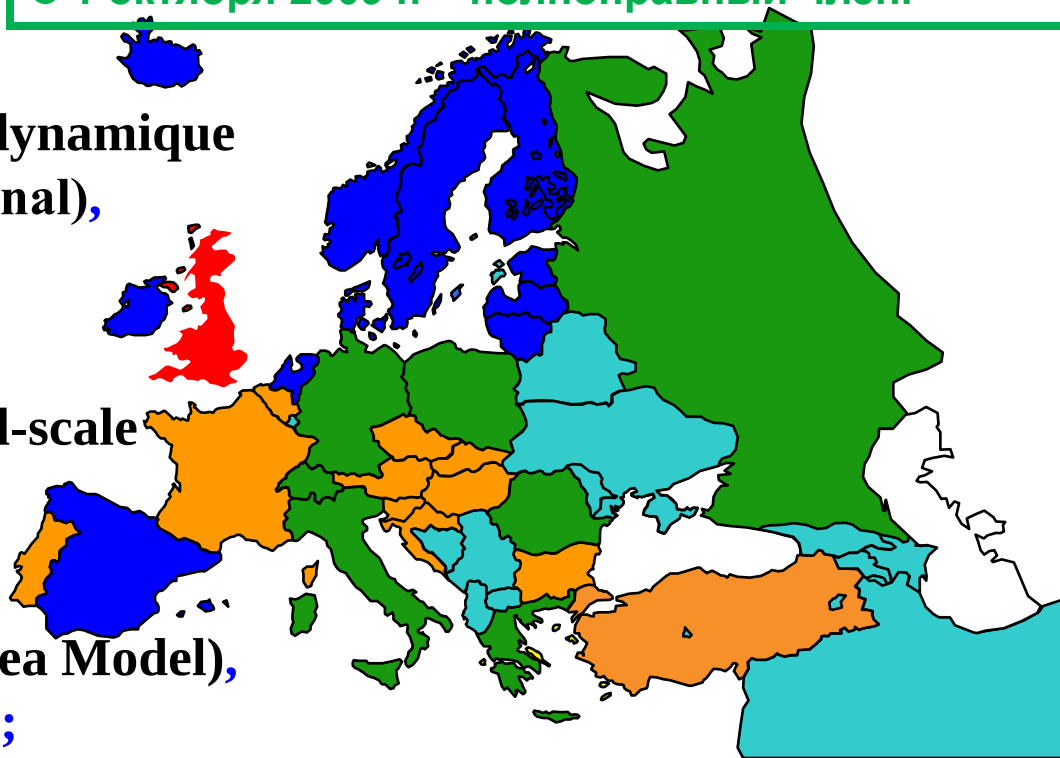
-- COSMO

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

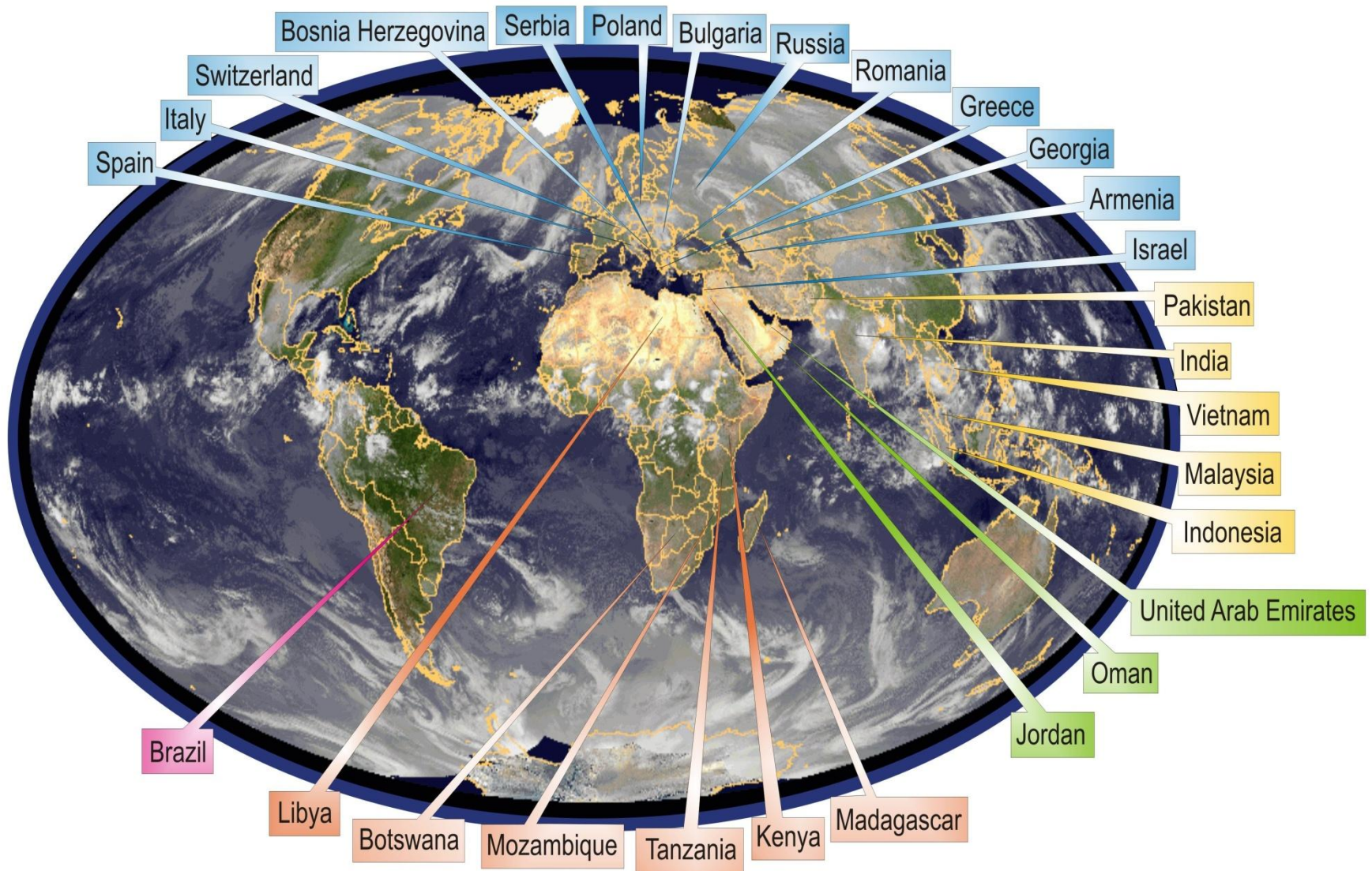
-- HIRLAM

(High Resolution Limited Area Model),
(Скандинавские страны);

- **США: MM5 – Mesoscale Model, поколение 5,
WRF – ARW (Advanced Research WRF),
WRF – NMM (Nonhydrostatic Mesoscale Model).**



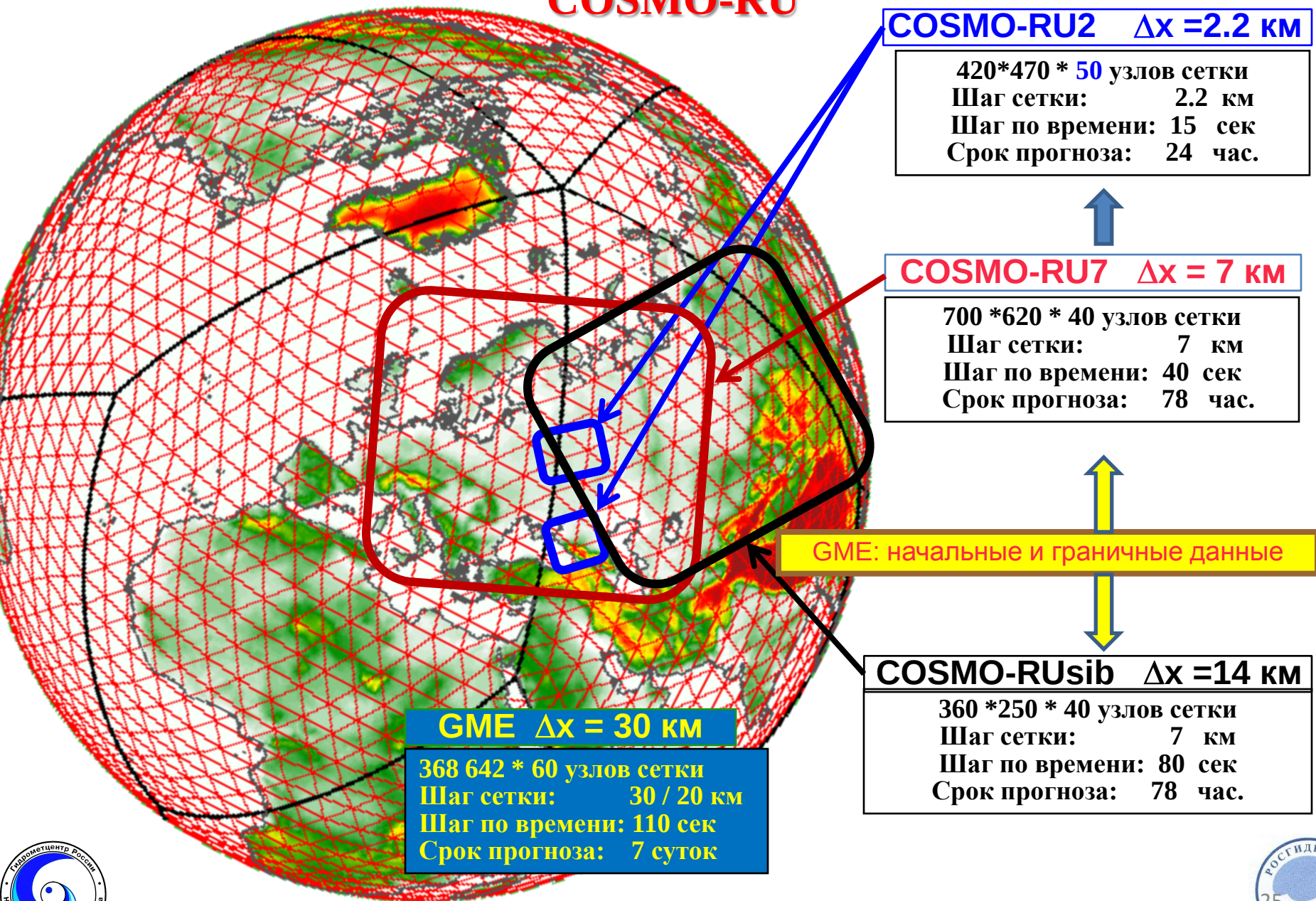
GME Data for Regional NWP Systems



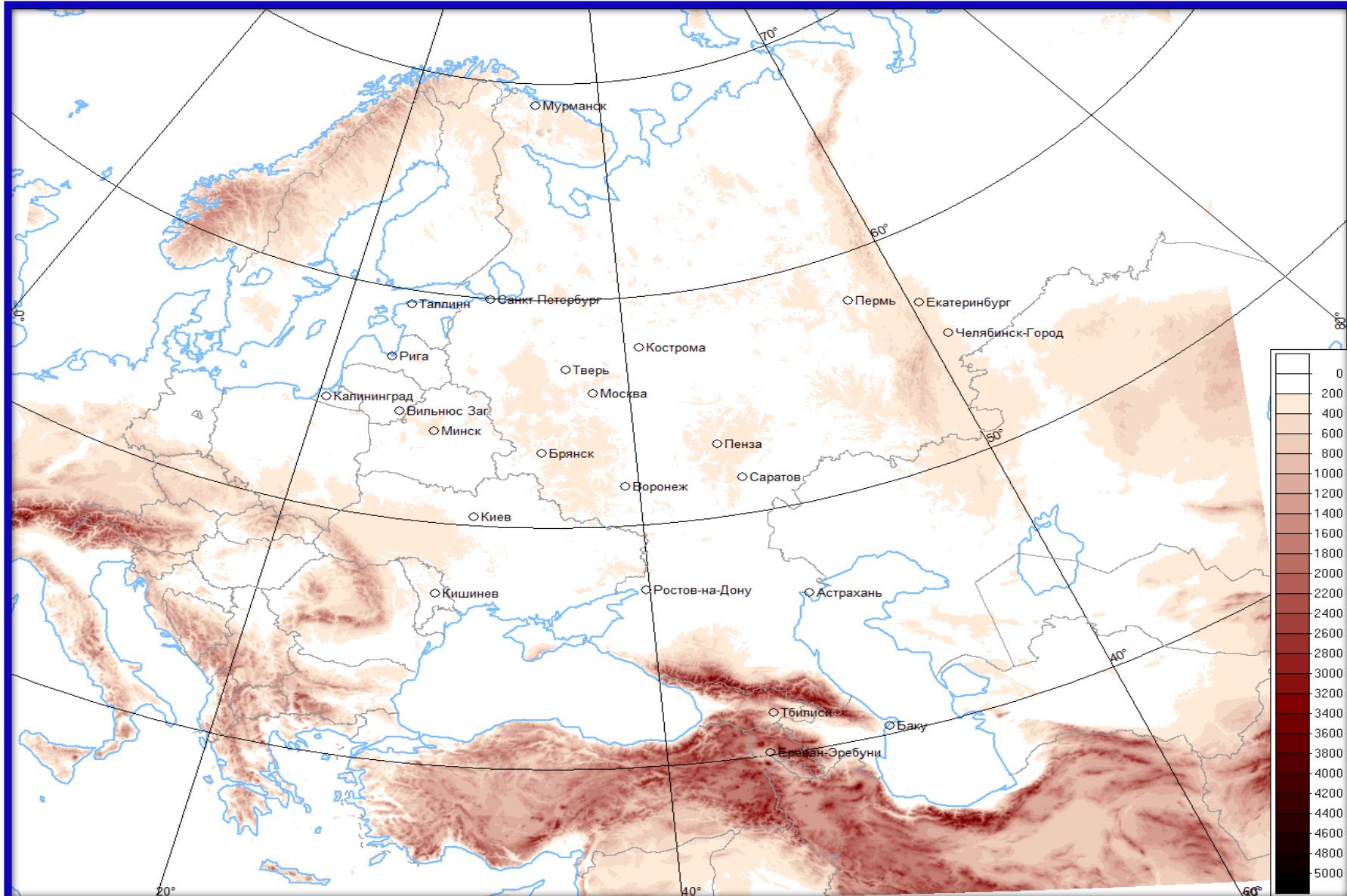
Данные GME для 28 региональных систем прогноза погоды

**Негидростатическая гидродинамическая
мезомасштабная модель атмосферы
COSMO-RU**

СИСТЕМА ДЕТАЛИЗИРОВАННОГО ПРОГНОЗА COSMO-RU

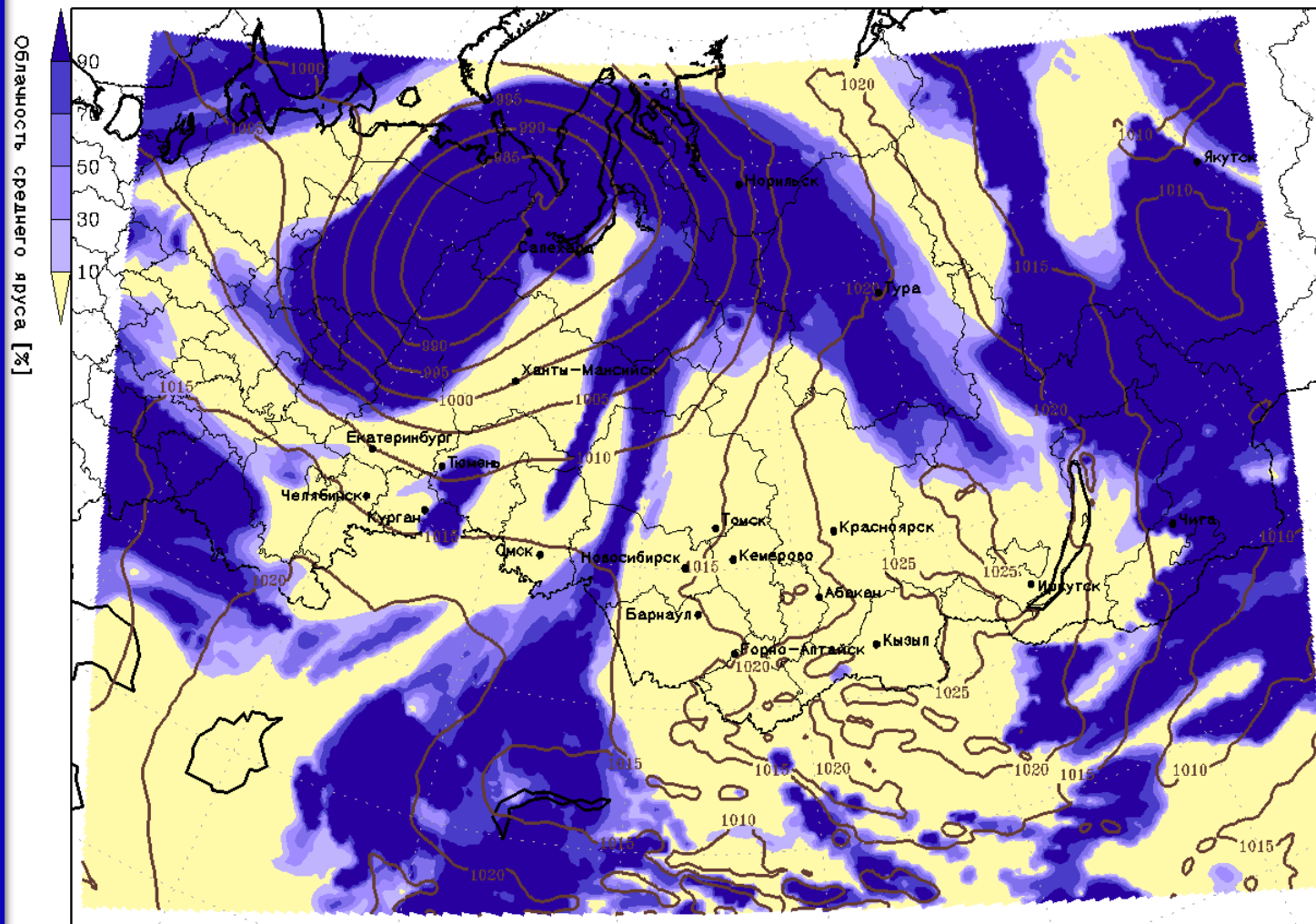


ОБЛАСТЬ ПРОГНОЗА COSMO-RU 7 км



ПРИМЕР ПРОГНОЗА COSMO-RU 7 км

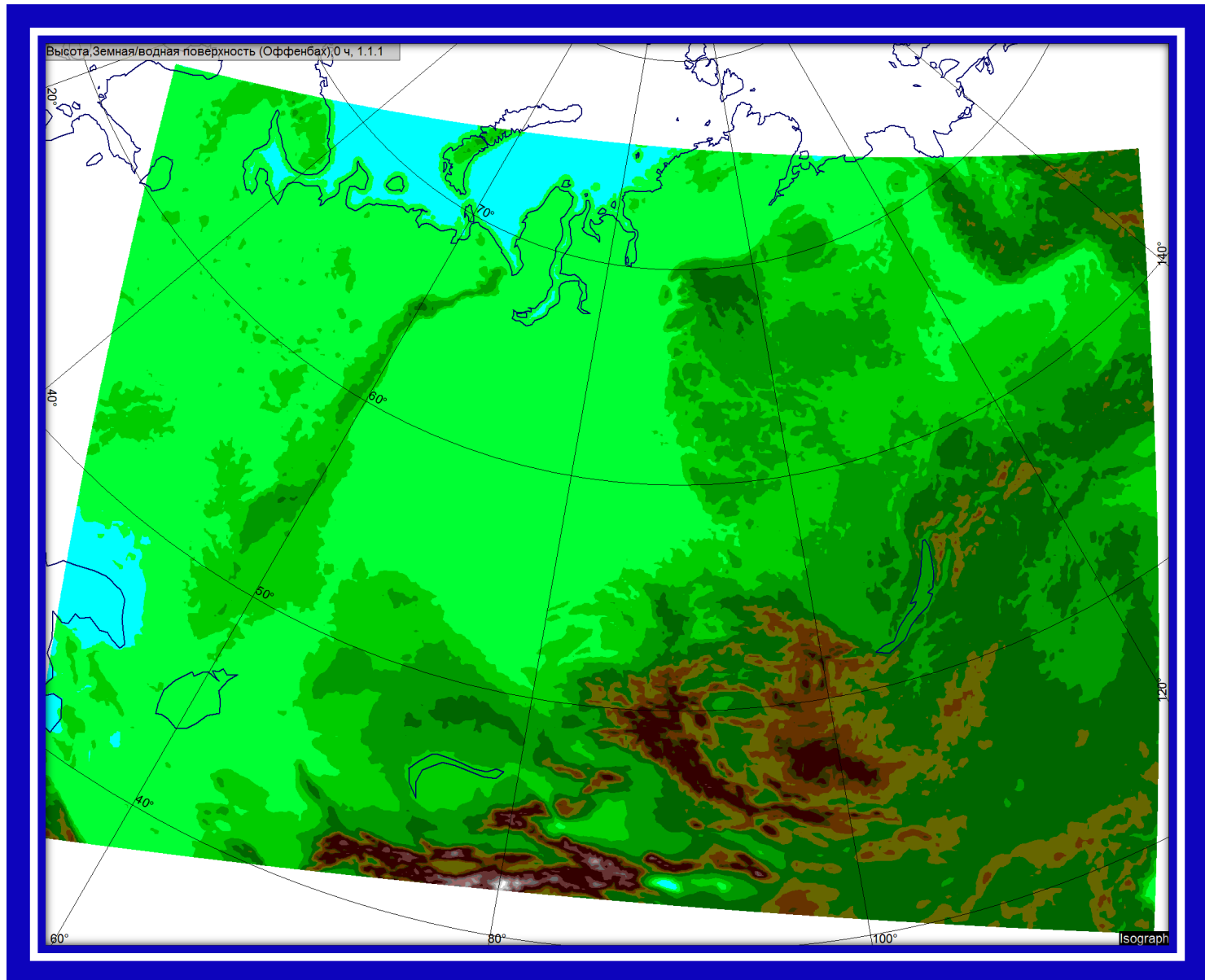
04:00 16 апр 2011 (МСК): Р ур.моря, облачность, осадки



Прогноз на Оч. от 04:00 16апр 2011 (МСК)
COSMO-RU 14км

— Давление на уровне моря

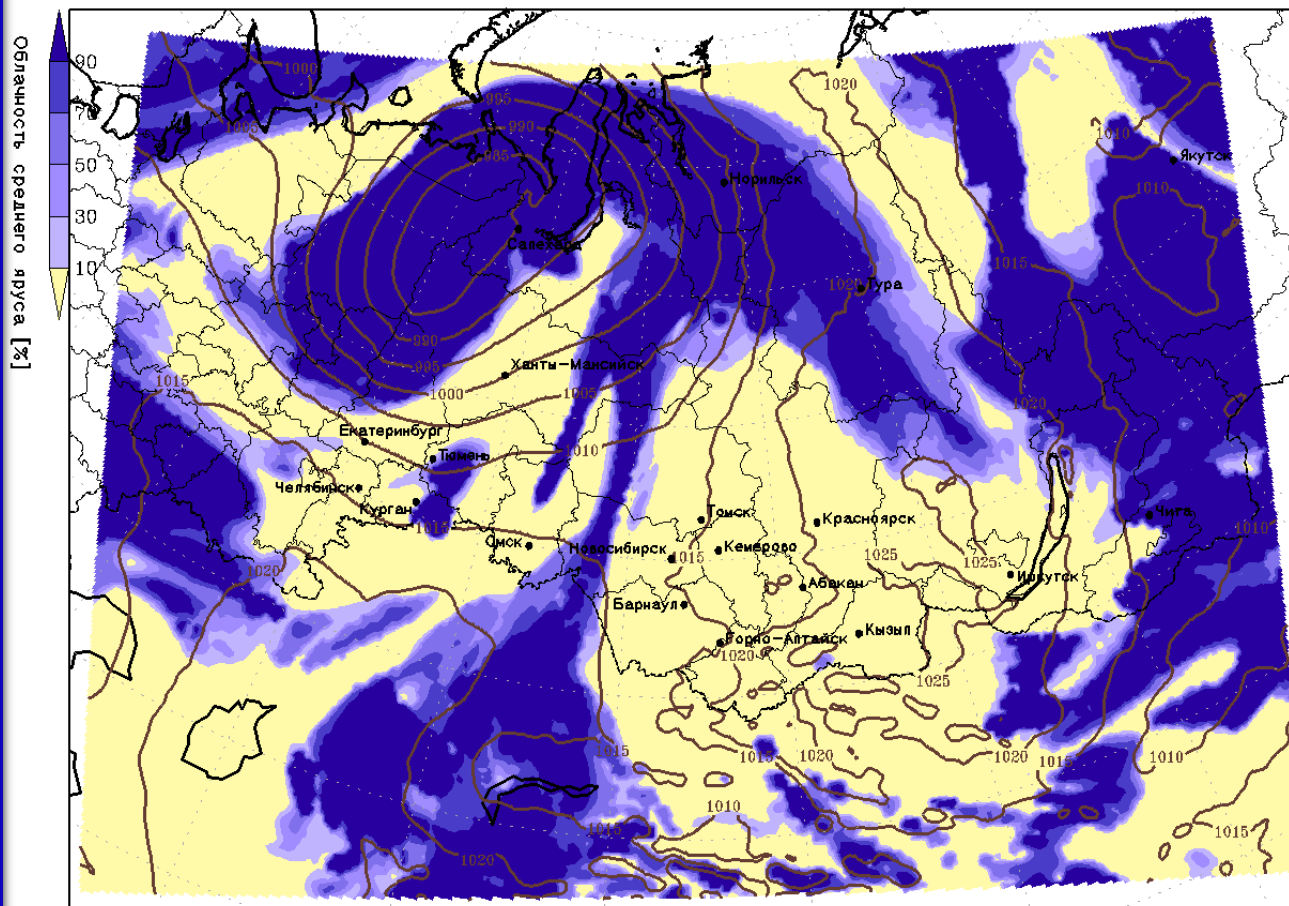
ОБЛАСТЬ ПРОГНОЗА COSMO-RU_{sib} 14 км



64 процессора,
Время счета прогноза на 78 часов - 27 мин.

ПРИМЕР ПРОГНОЗА COSMO-RU_{sib} 14 км

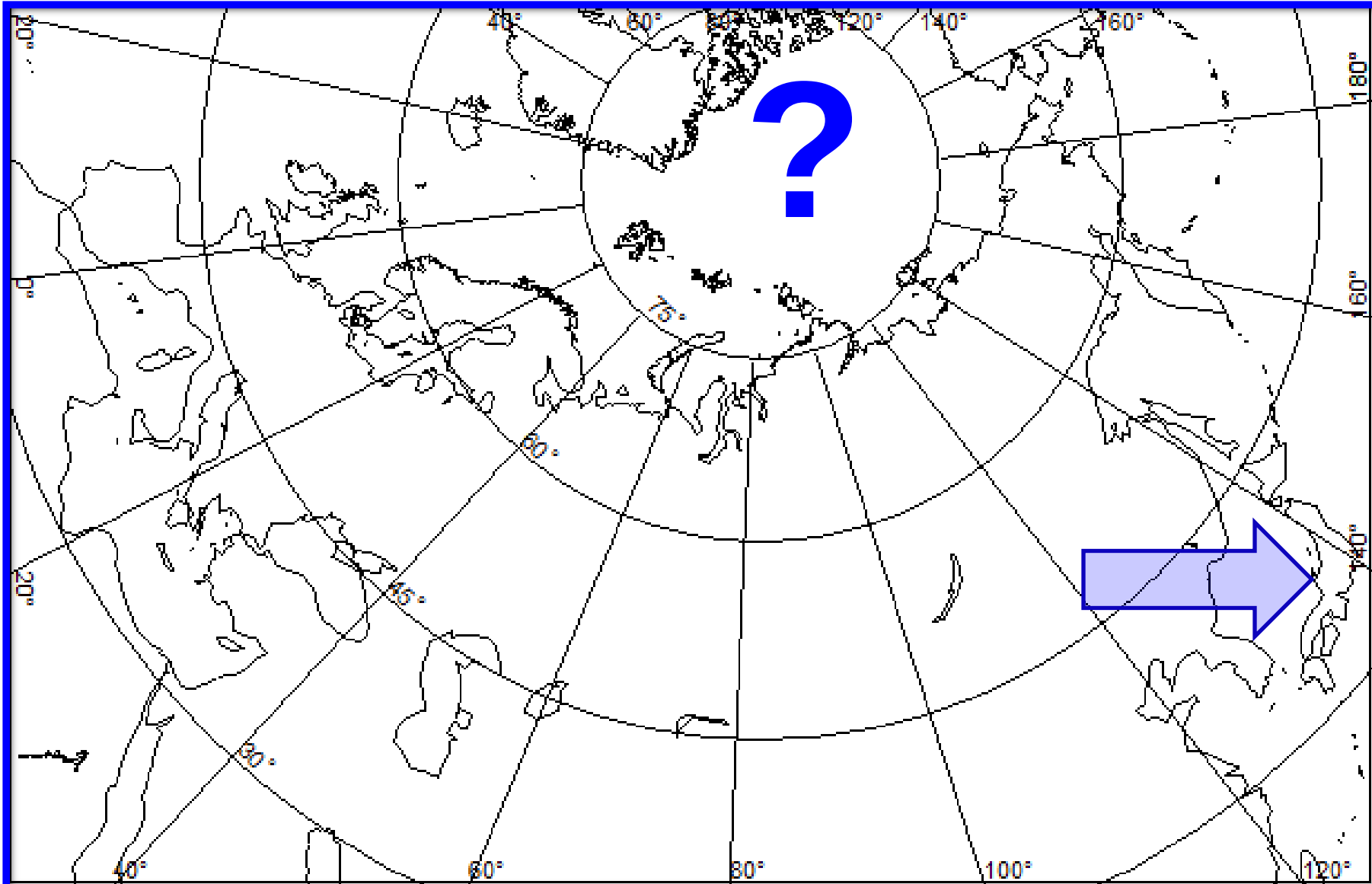
04:00 16 апр 2011 (МСК): Р ур. моря, облачность, осадки



Прогноз на 0ч. от 04:00 16 апр 2011 (МСК)
COSMO-RU 14км

— Давление на уровне моря

64 процессора,
Время счета прогноза на 78 часов - 27 мин.



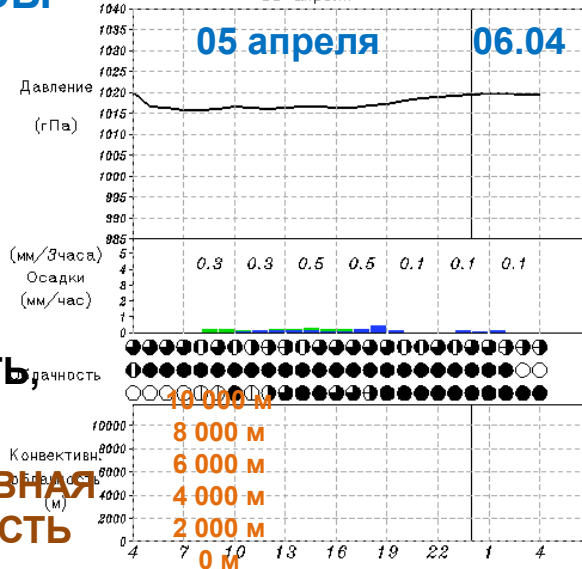
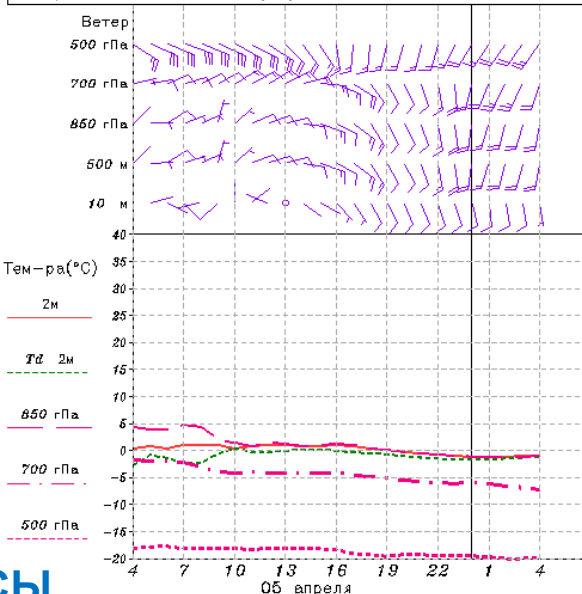


МЕТЕОГРАММЫ COSMO-RU02: СОЧИ, 05 апреля (04 час. мск) - 06 апреля 2011 (04 час. мск)

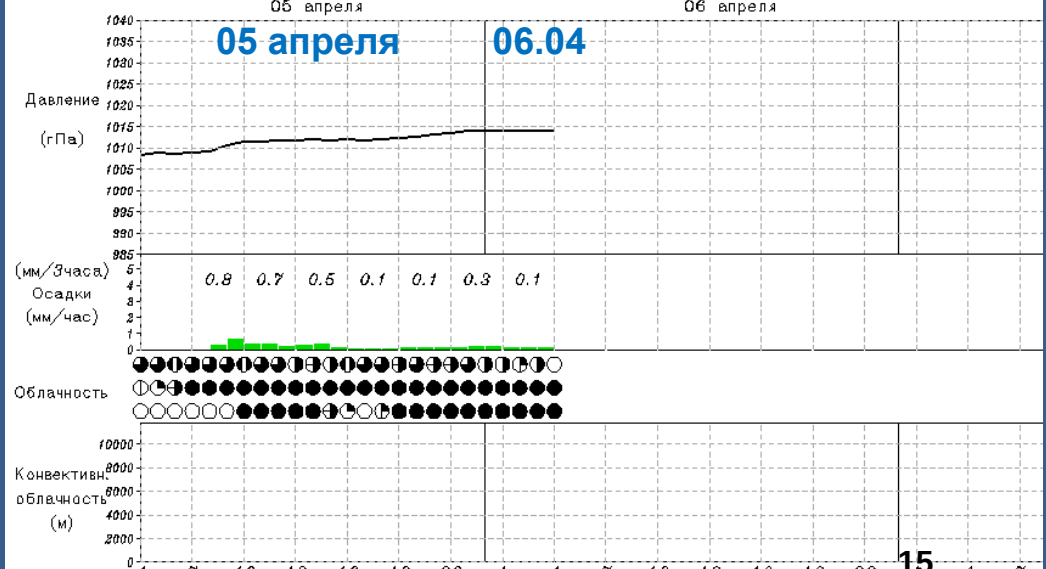
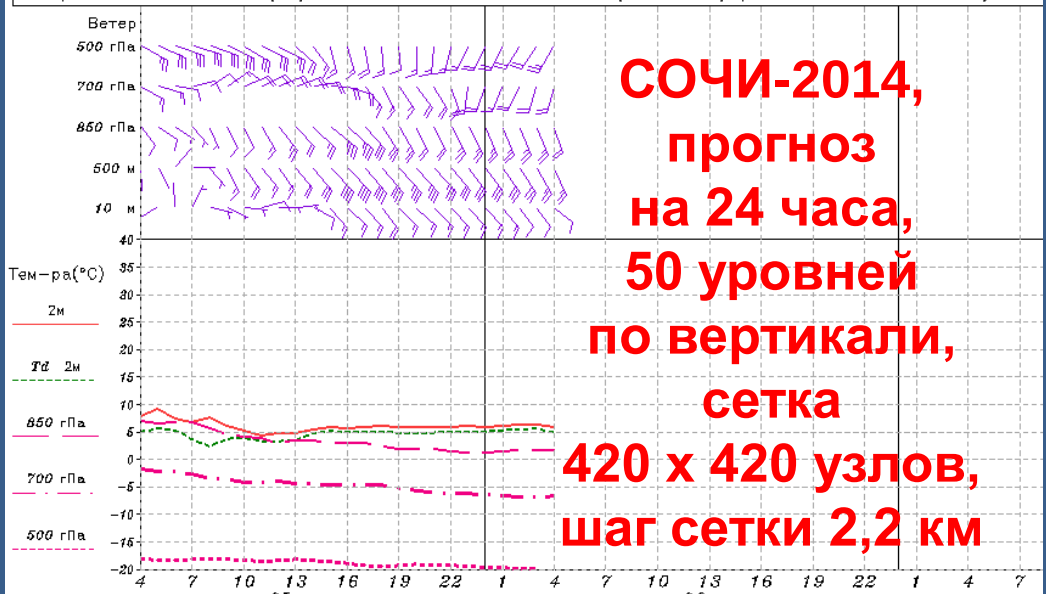
ВЕТЕР
500 гПа
700 гПа
850 гПа
500 м
10 м

T2м
Td2м
T850
T700
T500

Sochi SnL Aibga - Прогноз ГУ "Гидрометцентр РФ"
Прогноз на 24 часа(ов) от 05.04.2011 4:00 МСК



Adler - Прогноз ГУ "Гидрометцентр РФ" | Долгота: 39.916 | Широта: 43.750
Прогноз на 24 часа(ов) от 05.04.2011 4:00 МСК (00ч. UTC) | Модель COSMO-RU / 2.2



СОЧИ-2014,
прогноз
на 24 часа,
50 уровней
по вертикали,
сетка
420 x 420 узлов,
шаг сетки 2,2 км

ДАТА и ЧАСЫ

ДАВЛЕНИЕ

ОСАДКИ

ОБЛАЧНОСТЬ,
3 яруса

КОНВЕКТИВНАЯ
ОБЛАЧНОСТЬ

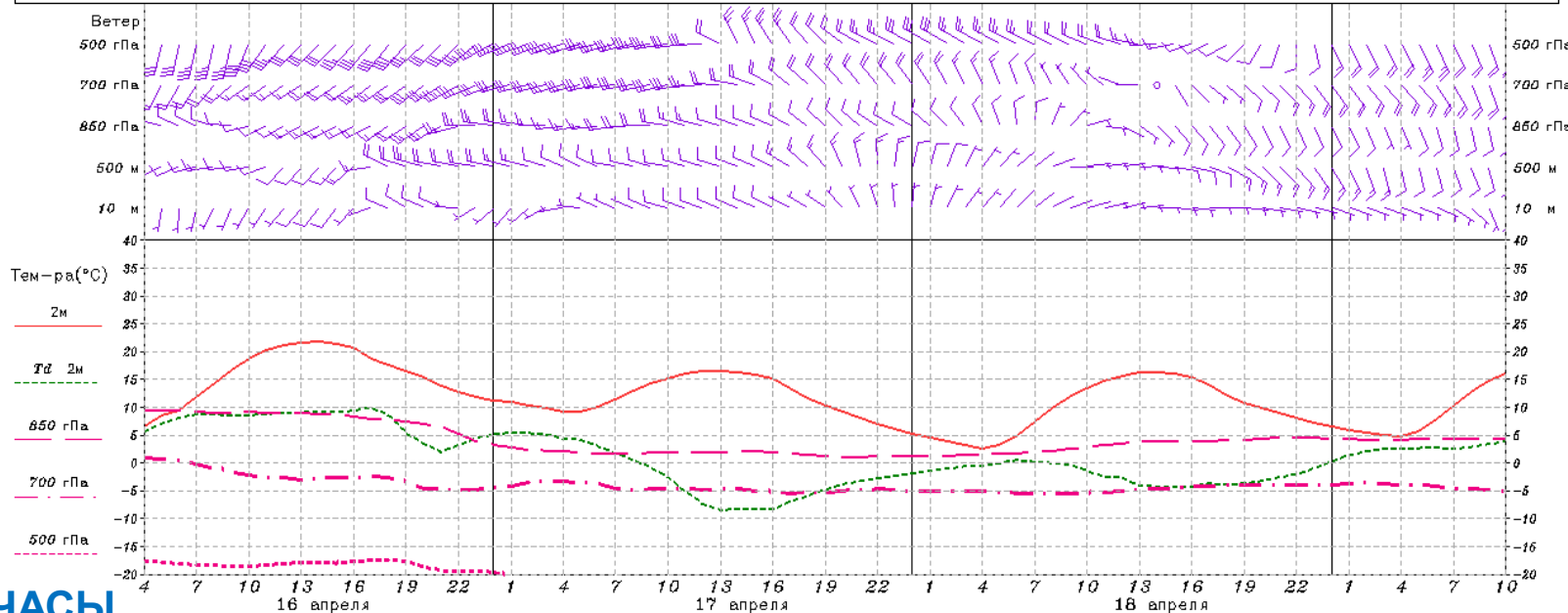




Novosibirsk-Elt — Прогноз ГУ "Гидрометцентр РФ" | Долгота: 83.04 | Широта: 55.108 | Высота: 151.138м
Прогноз на 78 часа(ов) от 16.04.2011 4:00 МСК (00ч. UTC) | Модель COSMO-RU / 14км | Рассчитано: 16.04.2011 07:57 МСК

ВЕТЕР
500 гПа
700 гПа
850 гПа
500 м
10 м

T2м
Td2м
T850
T700
T500



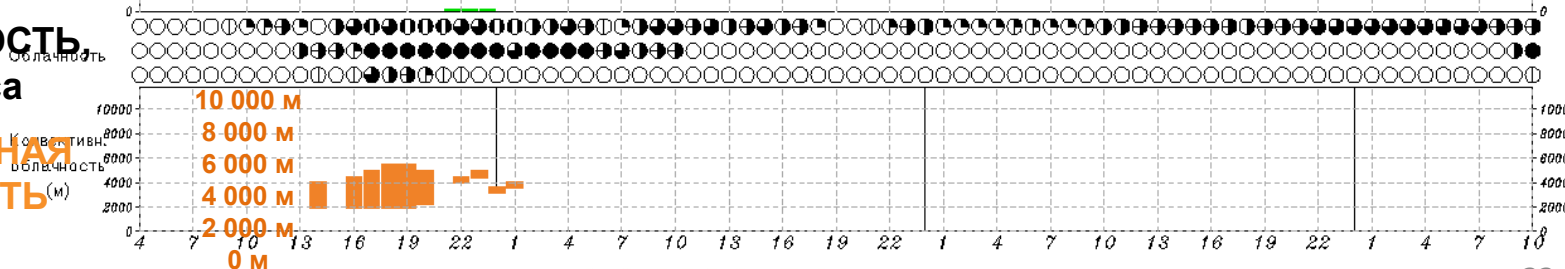
ДАТА И ЧАСЫ

ДАВЛЕНИЕ



ОСАДКИ

**ОБЛАЧНОСТЬ,
3 яруса**



СИСТЕМА УРАВНЕНИЙ COSMO-RU

$$T = T_0(z) + T'$$

$$p = p_0(z) + p'$$

$$\rho = \rho_0(z) + \rho'$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} = - \left\{ \frac{1}{a \cos \varphi} \frac{\partial E_h}{\partial \lambda} - v V_a \right\} - \dot{\zeta} \frac{\partial u}{\partial \zeta} - \frac{1}{\rho a \cos \varphi} \left(\frac{\partial p'}{\partial \lambda} - \frac{1}{\sqrt{\gamma}} \frac{\partial p_0}{\partial \lambda} \frac{\partial p'}{\partial \zeta} \right) + M_u$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} = - \left\{ \frac{1}{a} \frac{\partial E_h}{\partial \varphi} + u V_a \right\} - \dot{\zeta} \frac{\partial v}{\partial \zeta} - \frac{1}{\rho a} \left(\frac{\partial p'}{\partial \varphi} - \frac{1}{\sqrt{\gamma}} \frac{\partial p_0}{\partial \varphi} \frac{\partial p'}{\partial \zeta} \right) + M_v$$

$$\frac{\partial w}{\partial t} = - \left\{ \frac{1}{a \cos \varphi} \left(u \frac{\partial w}{\partial \lambda} + v \cos \varphi \frac{\partial w}{\partial \varphi} \right) \right\} - \dot{\zeta} \frac{\partial w}{\partial \zeta} + \frac{g}{\sqrt{\gamma}} \frac{\rho_0}{\rho} \frac{\partial p'}{\partial \zeta} + M_w + g \frac{\rho_0}{\rho} \left\{ \frac{p - T_0}{T} - \frac{T_0}{T} \frac{p'}{p_0} + \left(\frac{R_v}{R_d} - 1 \right) q_v - q_l - q_f \right\}$$

$$\frac{\partial p'}{\partial t} = \left\{ \frac{1}{a \cos \varphi} \left(u \frac{\partial p'}{\partial \lambda} + v \cos \varphi \frac{\partial p'}{\partial \varphi} \right) \right\} - \dot{\zeta} \frac{\partial p'}{\partial \zeta} + g \rho_0 w - \frac{c_{pd}}{c_{vd}} p \cdot D$$

$$\frac{\partial T}{\partial t} = - \left\{ \frac{1}{a \cos \varphi} \left(u \frac{\partial T}{\partial \lambda} + v \cos \varphi \frac{\partial T}{\partial \varphi} \right) \right\} - \dot{\zeta} \frac{\partial T}{\partial \zeta} - \frac{1}{\rho c_{vd}} p \cdot D + Q_T$$

$$\frac{\partial q_v}{\partial t} = - \left\{ \frac{1}{a \cos \varphi} \left(u \frac{\partial q_v}{\partial \lambda} + v \cos \varphi \frac{\partial q_v}{\partial \varphi} \right) \right\} - \dot{\zeta} \frac{\partial q_v}{\partial \zeta} - \left(S_l + S_f \right) + M_{q_v}$$

$$\frac{\partial q_{l,f}}{\partial t} = - \left\{ \frac{1}{a \cos \varphi} \left(u \frac{\partial q_{l,f}}{\partial \lambda} + v \cos \varphi \frac{\partial q_{l,f}}{\partial \varphi} \right) \right\} - \dot{\zeta} \frac{\partial q_{l,f}}{\partial \zeta} - \frac{g}{\sqrt{\gamma}} \frac{\rho_0}{\rho} \frac{\partial p_{l,f}}{\partial \zeta} + S_{l,f} + M_{q_{l,f}}$$

$$\rho = p \left\{ R_d \left(1 + \left(\frac{R_v}{R_d} - 1 \right) q_v - q_l - q_f \right) T \right\}^{-1}$$

Система координат $(\lambda, \varphi, \zeta)$

$$\dot{\zeta} = - \frac{1}{\sqrt{\gamma}} \left(\frac{u}{a \cos \varphi} \frac{\partial p_0}{\partial \lambda} + \frac{v}{a} \frac{\partial p_0}{\partial \varphi} + g \rho_0 w \right)$$

$$E_h = \frac{1}{2} \left(\dot{\zeta}^2 + v^2 \right) \quad V_a = \frac{1}{a \cos \varphi} \left(\frac{\partial v}{\partial \lambda} - \frac{\partial (u \cos \varphi)}{\partial \varphi} \right) + f$$

$$D = \frac{1}{a \cos \varphi} \left\{ \frac{\partial u}{\partial \lambda} - \frac{1}{\sqrt{\gamma}} \frac{\partial p_0}{\partial \lambda} \frac{\partial u}{\partial \zeta} + \frac{\partial}{\partial \varphi} \left(\cos \varphi \right) - \frac{\cos \varphi}{\sqrt{\gamma}} \frac{\partial p_0}{\partial \varphi} \frac{\partial v}{\partial \zeta} \right\} - \frac{g \rho_0}{\sqrt{\gamma}} \frac{\partial w}{\partial \zeta}$$

ОПИСАНИЕ МОДЕЛИ COSMO-RU:

начальные данные и боковые граничные значения

- **Внешние параметры** постоянные или медленно изменяющиеся :
 - HSURF (FIS), FR_LAND, SOILTYP, Z0, FR_LAKE, DEPTH_LK,
constant
 - FOR_E, FOR_D,
годовой цикл
 - PLCOV, LAI, ROOTDP,
годовой цикл
 - VIO3, HMO3
- **Начальные поля** :
 - Атмосфера: U, V, W, T, PP, QV, QC, QI, QR, QS, QG
 - Почва и поверхность Земли: T_SNOW, W_SNOW, W_I, QV_S, T_S,
T_SO, W_SO, FRESHSNW, RHO_SNOW, (T_M, T_CL, WG_1, WG_2, W_CL)
- **Граничные данные**:
 - Атмосфера : U, V, W, T, PP, QV, QC, QI, QR, QS, QG
 - Почва и поверхность Земли : T_SNOW, W_SNOW, QV_S, (T_S, T_M,
WG_1, WG_2)

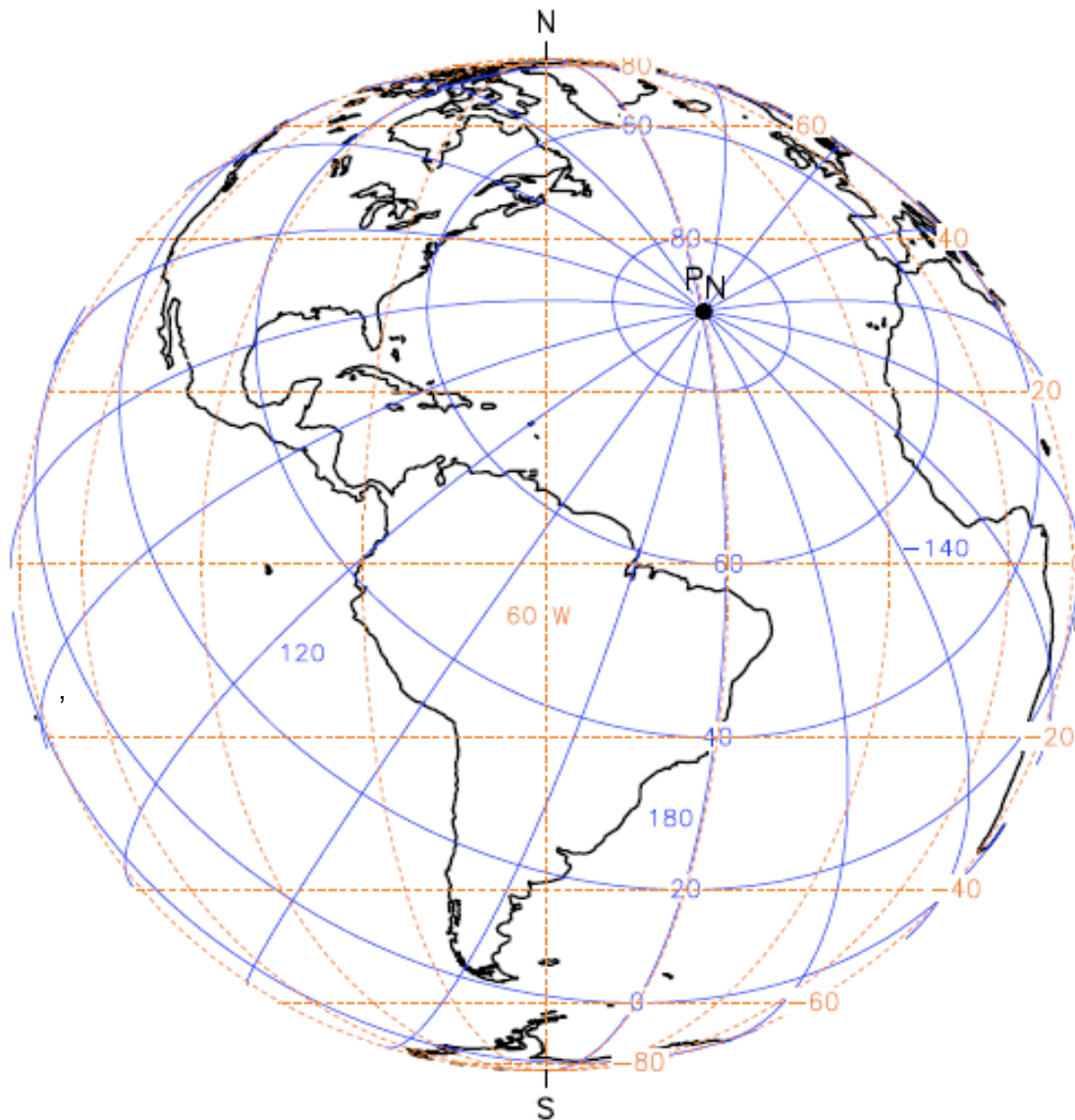
Модель COSMO (> 1999 г.)



Горизонтальные координаты

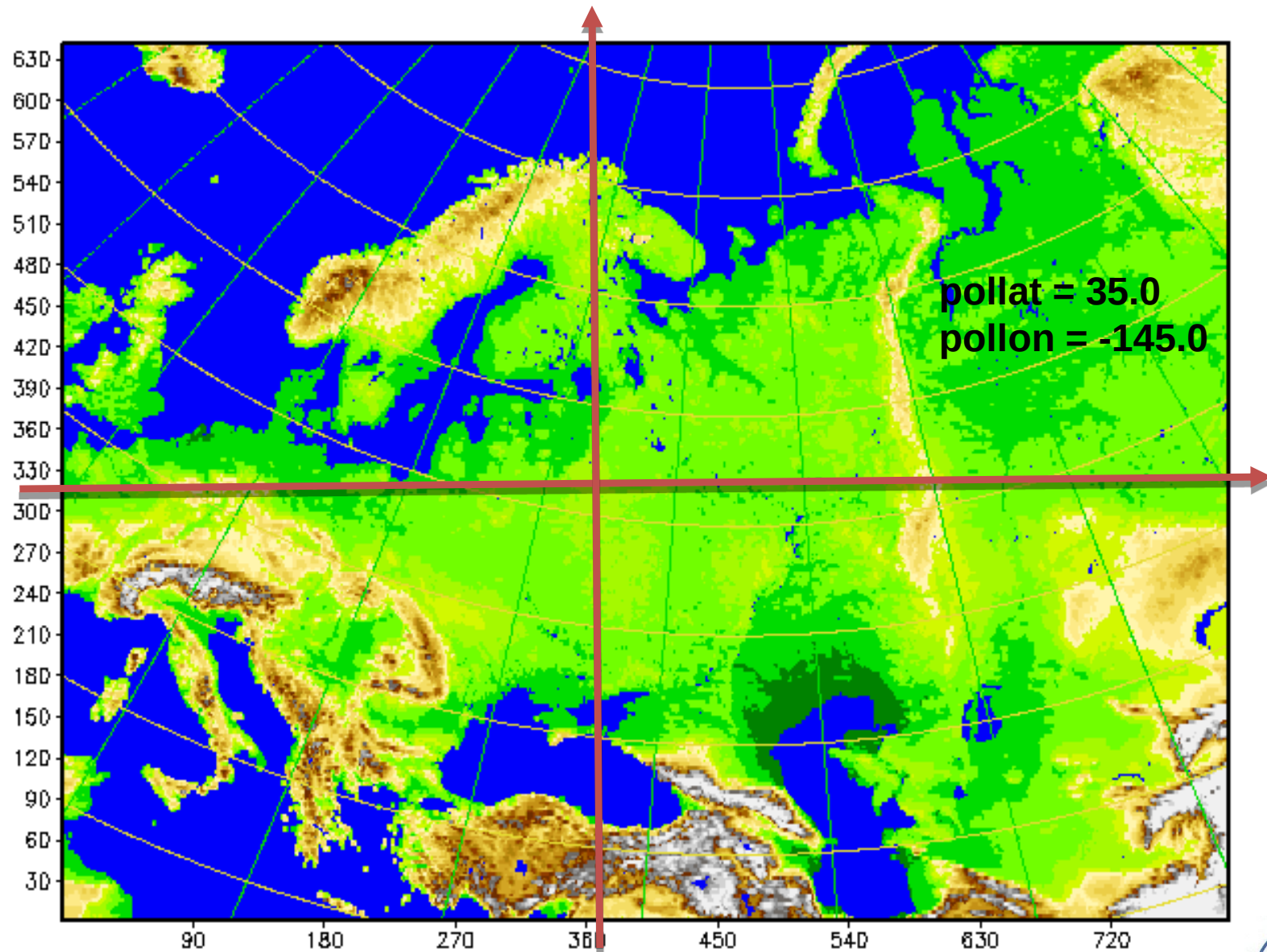
$$\lambda_g^N = 40^\circ$$

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

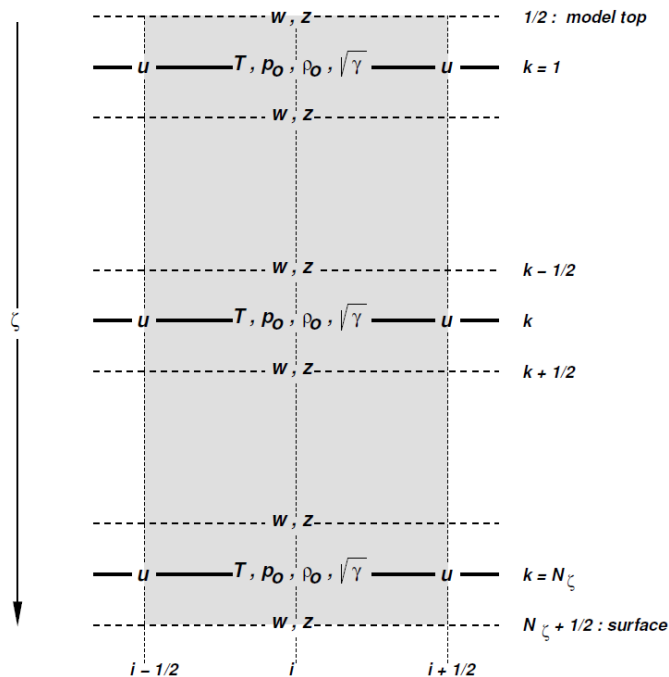
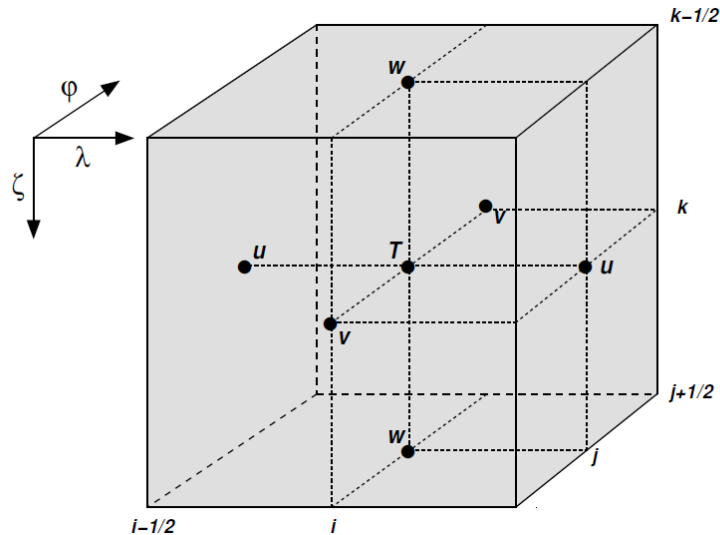


Географическая и сдвинутая сферические системы координат с координатами сдвинутого полюса :

Географическая и **сдвинутая** сферические системы координат для COSMO-RU



COSMO-RU: сетка, компоненты



Dynamics

3 time level
split-explicit
Leapfrog

2 time level
split-explicit
Runge-Kutta
(several vari-
ants)

3 time level
semi-implicit
Leapfrog

Relaxation

Physics

Grid Scale Clouds and
Precipitation (with or
without 3D transport of
precipitating particles)
- warm rain scheme
- 1-category ice scheme
- 2-category ice scheme
- 3-category ice scheme

Radiation

Subgrid Scale Turbu-
lence Closure
- 1-D diag. closure
- 1-D TKE-based
diagnostic closure
- 3-D TKE-based
prognostic closure

Parameterization of
Surface Fluxes
- Standard bulk trans-
fer scheme
- TKE-based surface
scheme

Moist Convection
- Tiedtke mass-flux
scheme
- Kain-Fritsch scheme
- A scheme for shallow
convection

Soil Model (2 layers)

Multi Layer Soil Model

Assimilation

Observation
processing

Surface analysis

Nudging of atmo-
spheric variables
and surface pres-
sure

Latent Heat
Nudging

Initialization

Digital filtering

Diagnostics

Near surface
weather
parameters

Mean values

Meteorographs

Volume- and
Area-Integrals

Synthetic Sa-
tellite Pictures

I/O

Grib

NetCDF

Restart

ОПИСАНИЕ МОДЕЛИ COSMO-RU07: расчетные уровни

УРОВНИ

N	ρ, мм	z, м
0,5	20	23589
1	30	22300
8,5	203	11879
17,5	499	5569
Пограничный слой		
27,5	830	1546
35,5	975	214
39,5	997	20
40	998	10
40,5	1000	0

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРЕМЕННЫХ ПО ВЕРТИКАЛИ

$n-1/2$

w, z

n

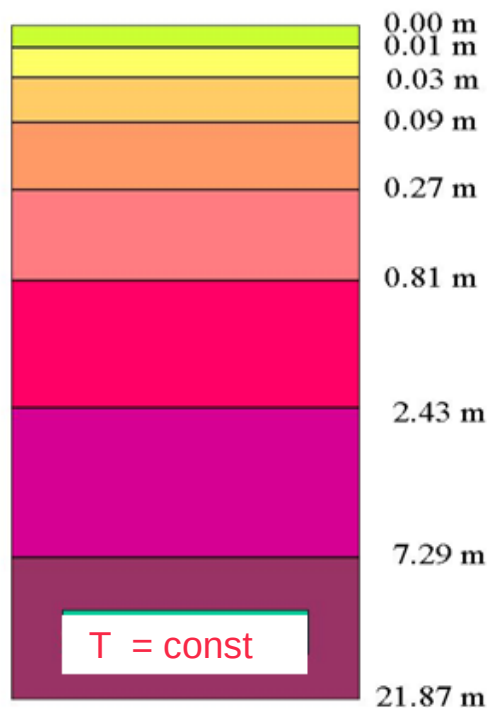
T, u, v, p_0

$n+1/2$

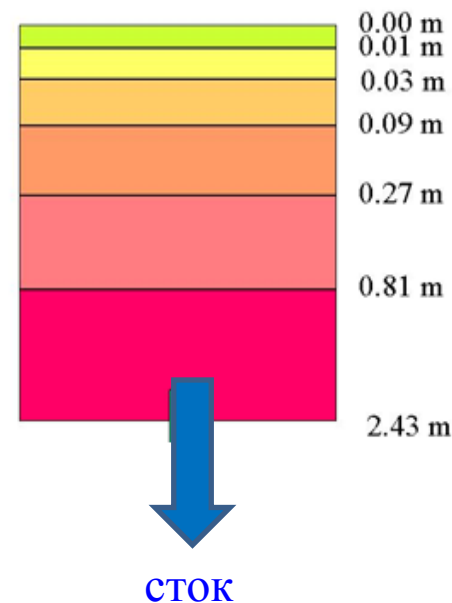
w, z

7 – УРОВЕННАЯ МОДЕЛЬ ПОЧВЫ

Температура



Влагосодержание



N	гПа	Z	σ
1	20	23 589	0.02
3	60	18 834	0.06
5	103	15 978	0.10
7	150	13 763	0.15
9	203	11 879	0.20
11	261	10 211	0.26
13	325	8 711	0.32
15	392	7 355	0.39
17	463	6 132	0.46
19	535	5 035	0.54
21	607	4 060	0.61
23	675	3 201	0.68
25	743	2 456	0.74
27	803	1 823	0.80
29	856	1 295	0.85
31	901	871	0.90
33	937	542	0.93
35	965	303	0.96
37	983	143	0.98
39	994	49	0.99
41	1000	0	1.00

COSMO-RU07:
уровни
модели



1550 м
COSMO-RU07:
пограничный
Слой
13 уровней

550 м
COSMO-RU07:
Слой
8 уровней

N	гПа	Z	σ
21	607	4 060	0.61
22	642	3 616	0.64
23	675	2 101	0.68
24	710	2 815	0.71
25	743	2 456	0.74
26	773	2 126	0.77
27	803	1 823	0.80
28	830	1 546	0.83
29	856	1 295	0.85
30	880	1 070	0.88
31	901	871	0.90
32	920	695	0.92
33	937	542	0.93
34	952	412	0.95
35	965	303	0.96
36	975	214	0.97
37	983	143	0.98
38	990	89	0.990
39	994	49	0.994
40	997	20	0.998
41	1000	0	1.000

COSMO-RU07: прогностическая продукция

Помимо полей на 41 уровнях модели подготавливаются поля на уровнях с постоянным давлением (18) и высотой (14), а также карты и метеограммы

N	гПа
1	25
2	50
3	75
4	100
5	150
6	200
7	250
8	300
9	400
10	500
11	600
12	700
13	850
14	900
15	925
16	950
17	975
18	1000

N	Z
1	20 000
2	19 000
3	17 000
4	15 000
5	13 000
6	12 000
7	11 000
8	10 000
9	9 000
10	8 000
11	7 000
12	6 000
13	5 000
14	4 000
15	3 000
16	2 000
17	1 500
18	1 000
19	600
20	500
21	300
22	100
23	50
24	10
25	2

Ежедневно 2 раза в сутки проводится автоматическая подготовка и рассылка через 4 часа после срока наблюдения

- 1. с информацией через 1 час метеограммы для 198 пунктов для различных пользователей (количество расширяется в настоящее время) о ветре, температуре, давлении, балле облачности, осадков в виде дождя и снега, расположения по вертикали конвективной облачности;**
- 2. с дискретностью 3 часа для ЦФО и всей области интегрирования 358 карт изолиний полей T2м, давления на уровне моря, осадков, облачности, H500, T850, порывы ветра, высота конвективной облачности и др.**



A Description of the Nonhydrostatic Regional Model LM

Part I :
Dynamics and Numerics

G. Doms and U. Schättler

LMF90 2.18

November 2002

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.**

Новый высокопроизводительный вычислительный комплекс Росгидромета

SGI Altix 4700 (832 процессора Itanium (1664 ядра), 64-bit, 3 Тб память)



**Пиковое быстродействие $11 \cdot 10^{12} = 11\,000 \cdot 10^9 \Rightarrow$
 $= 11$ тысяч миллиардов операций в сек.**



Гидрометеорологический центр Российской Федерации



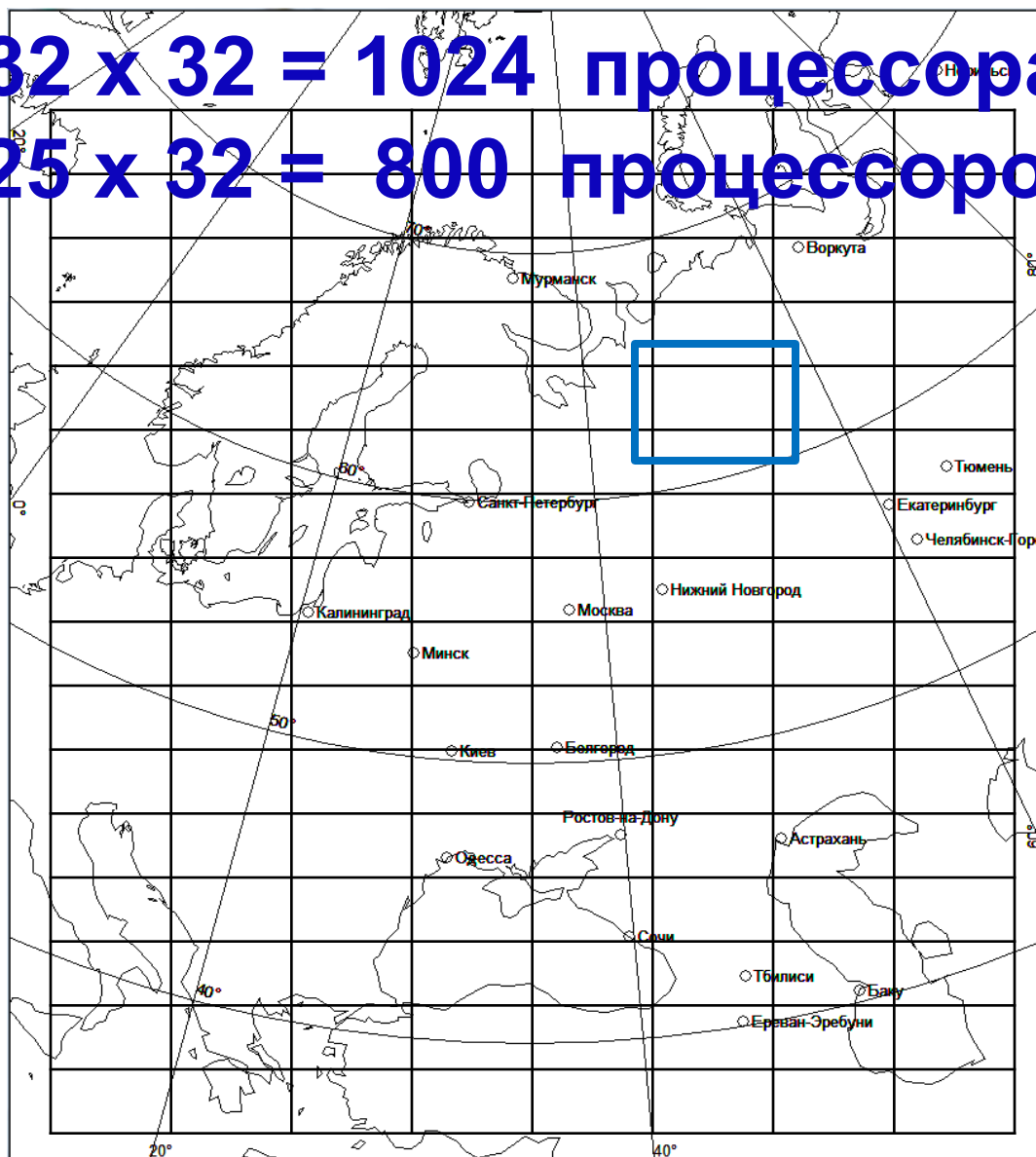
ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ НА СУПЕРКОМПЬЮТЕРЕ

32 x 32 = 1024 процессора

25 x 32 = 800 процессоров

32

интервала



**Время счета прогноза
на 78 час.**

**Количество
ядер**

**Время
мин**

256

59

2.0

1.8

512

33

2.0

1.7

1024

19

25 интервалов

Гидрометеорологический центр Российской Федерации



03.15

НАЧАЛО

НАЧАЛЬНЫЕ И ГРАНИЧНЫЕ ДАННЫЕ
В КОДЕ GRIB НА СЕТКЕ 30 KM

03.15-03.20

ИНТЕРПОЛЯЦИЯ ДАННЫХ

НАЧАЛЬНЫЕ И ГРАНИЧНЫЕ УСЛОВИЯ
В КОДЕ GRIB НА СЕТКЕ COSMO

03.20-03.50

ПРОГНОЗ ПО COSMO-RU

ПРОГНОСТИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ
В КОДЕ GRIB НА СЕТКЕ COSMO
ТЕКСТОВЫЕ МЕТЕОГРАММЫ

03.50-04.00

РИСОВАНИЕ

В ГРАФИЧЕСКОМ ВИДЕ
КАРТЫ МЕТЕОЭЛЕМЕНТОВ
И МЕТЕОГРАММЫ

04.00-04.30

РАССЫЛКА В КОДЕ GRID ПО FTP

04.00-04.30

РАССЫЛКА ПО ЭЛЕКТР. ПОЧТЕ

04.30

КОНЕЦ

Технологическая линия
системы прогноза погоды COSMO-RU

Автоматизированная оперативная рассылка и передача прогностических полей, карт (330) и метеограмм (200) по почте (примерно 33 мб) и по ftp (примерно 20 гб), полученных 2 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).**

Развитие системы мезомасштабного негидростатического краткосрочного прогноза погоды COSMO-RU

1. Технологическая линия: Д.В.Блинов, Г.С.Ривин, И.А.Розинкина;
2. Снег : Е.В.Казакова, И.А.Розинкина;
3. T2м : Г.С.Ривин, И.А.Розинкина, Е.В.Сапунцова;
4. Пограничный слой : О.В.Евтеев, В.Л.Перов;
5. VERSUS-2 : А.Ю.Бундель, А.В.Муравьев;
6. Усвоение данных : В.А.Горин, М.Д.Цырульников;
7. ART : А.А.Кирсанов, А.В.Ревокатова, Г.В.Суркова;
8. Сетки : Д.В.Блинов, Г.С.Ривин;
9. Ансамбли : Д.Ю.Алферов, Г.С.Ривин.



Moscow — Прогноз ГУ "Гидрометцентр РФ" | Долгота: 37.672 | Широта: 55.846 | Высота: 155.456м

Прогноз на 78 часа(ов) от 12.04.2011 4:00 МСК (00ч. UTC) | Модель COSMO-RU / 7км | Рассчитано: 12.04.2011 08:06 МСК

ВЕТЕР
500 гПа
700 гПа
850 гПа
500 м
10 м

T2м
Td2м
T850
T700
T500

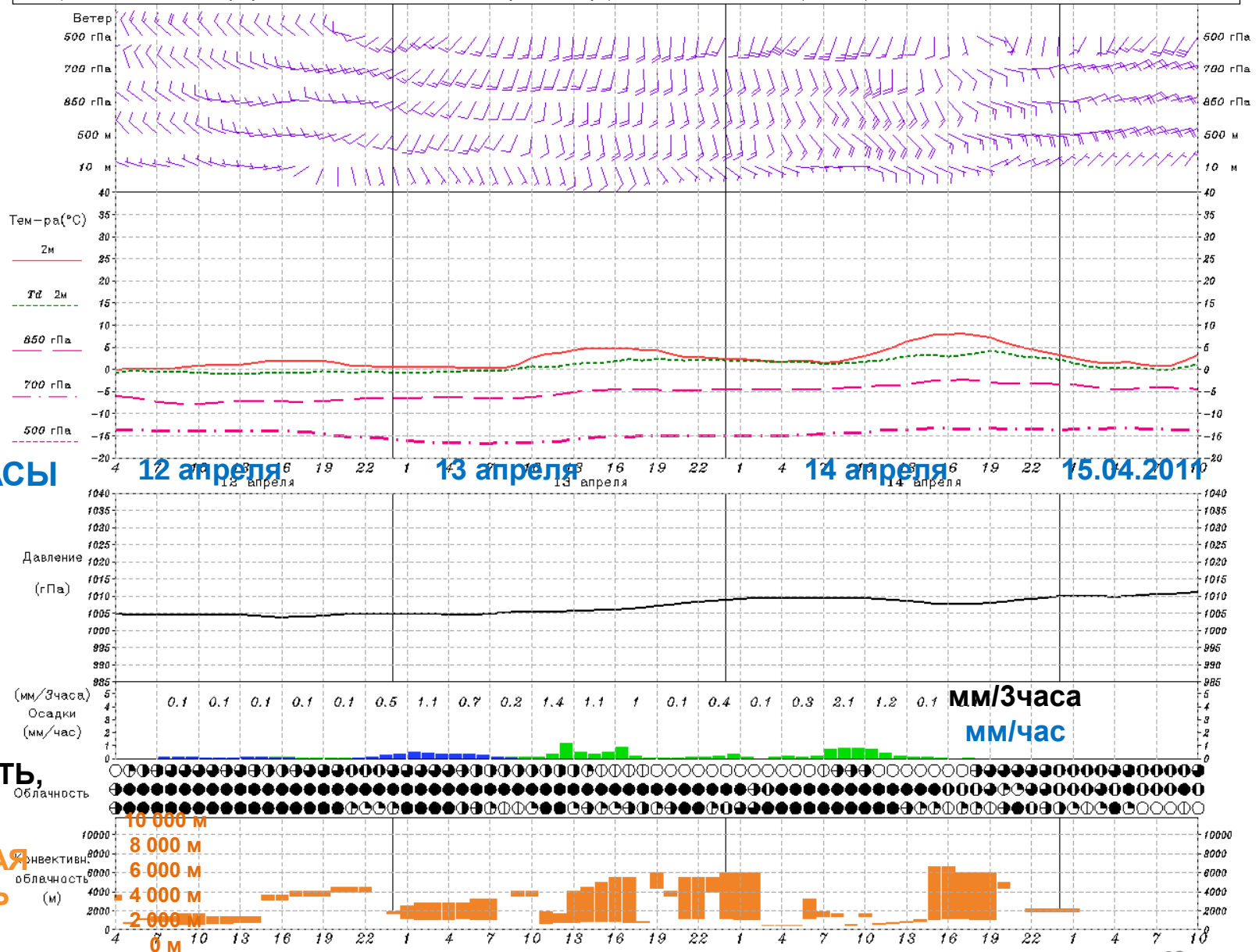
ДАТА И ЧАСЫ

ДАВЛЕНИЕ

ОСАДКИ

**ОБЛАЧНОСТЬ,
3 яруса**

**КОНВЕКТИВНАЯ
ОБЛАЧНОСТЬ**



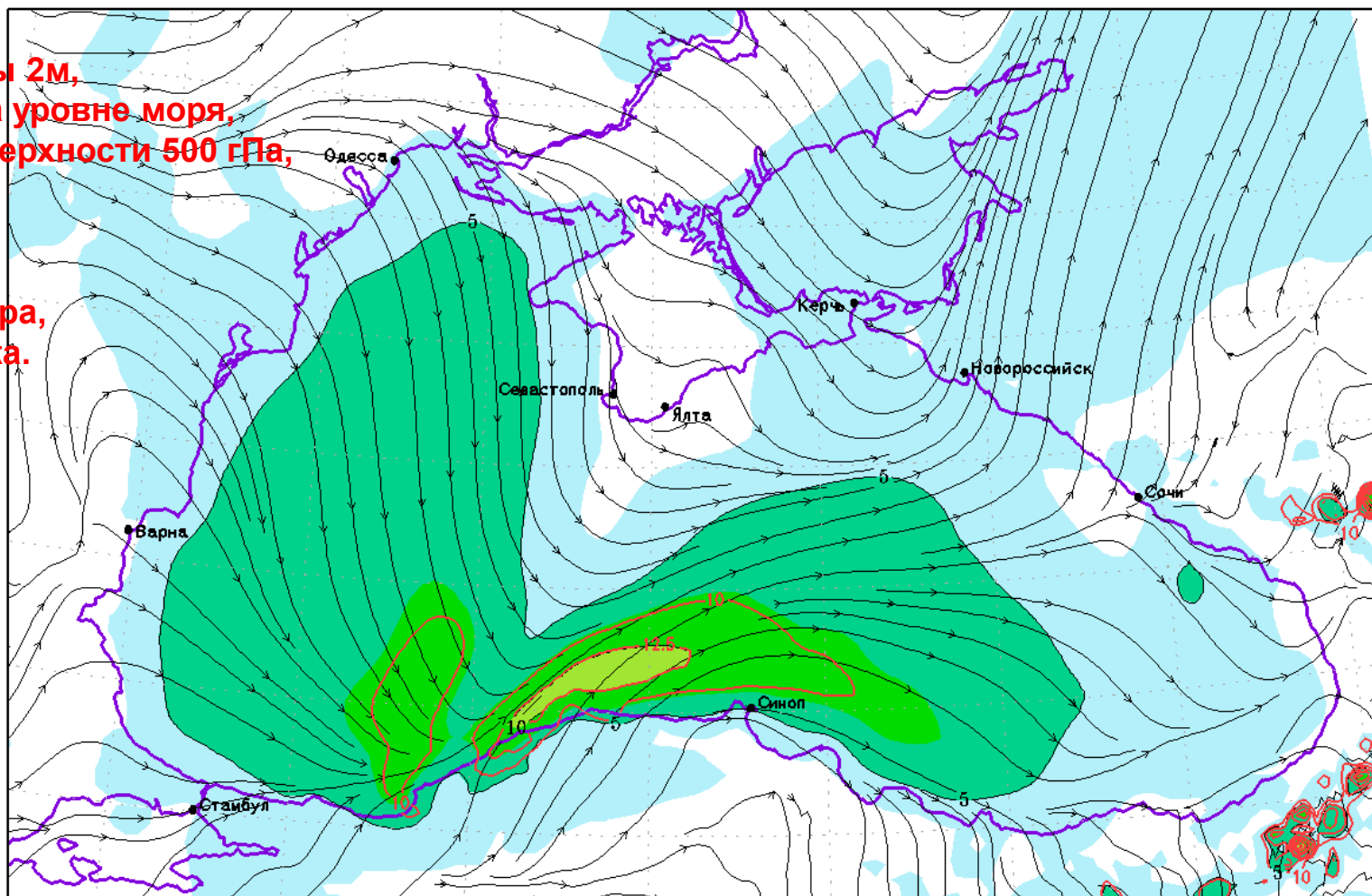
COSMO-RU07: Численный прогноз

на 12 (04 мск.) - 15 (10 мск) апреля 2011 г. (шаг сетки 7км)

04:00 12 апр 2011 (МСК): Ветер

Поля

- температуры 2м,
- давления на уровне моря,
- высоты поверхности 500 гПа,
- облачность,
- осадки,
- ветер 10м,
- порывы ветра,
- функция тока.



Прогноз на 0ч. от 04:00 12 апр 2011 (МСК)

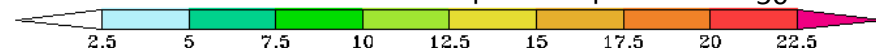
COSMO-RU 7км

→ Направление ветра

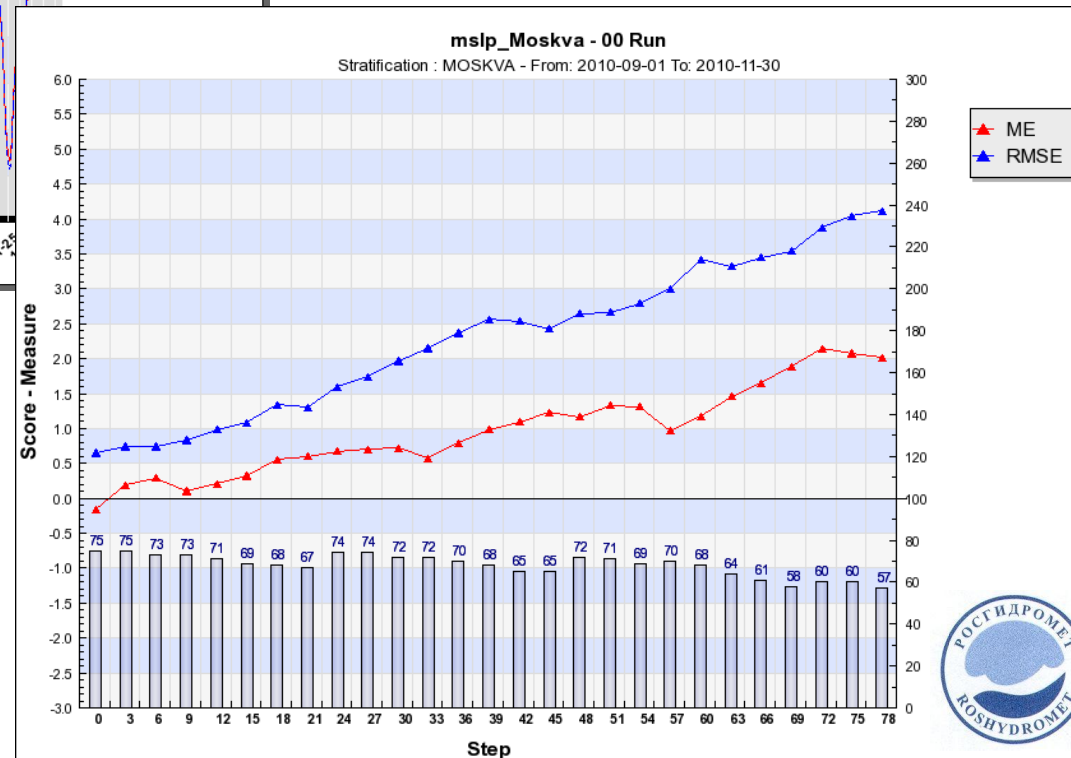
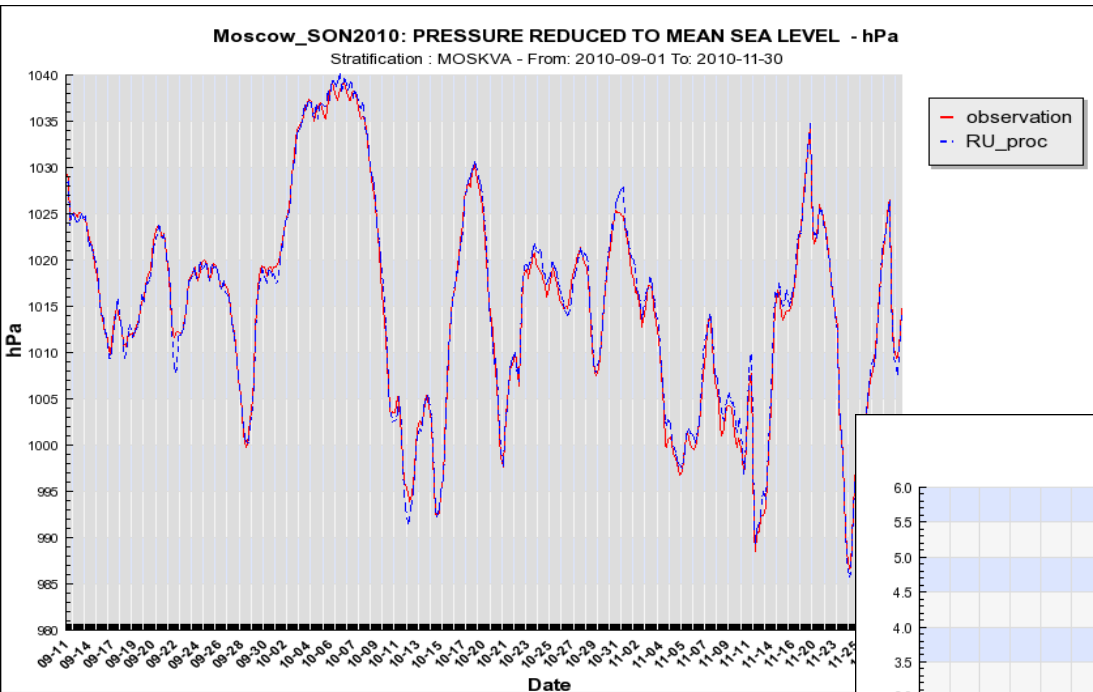
— Порывы

Скорость ветра

50



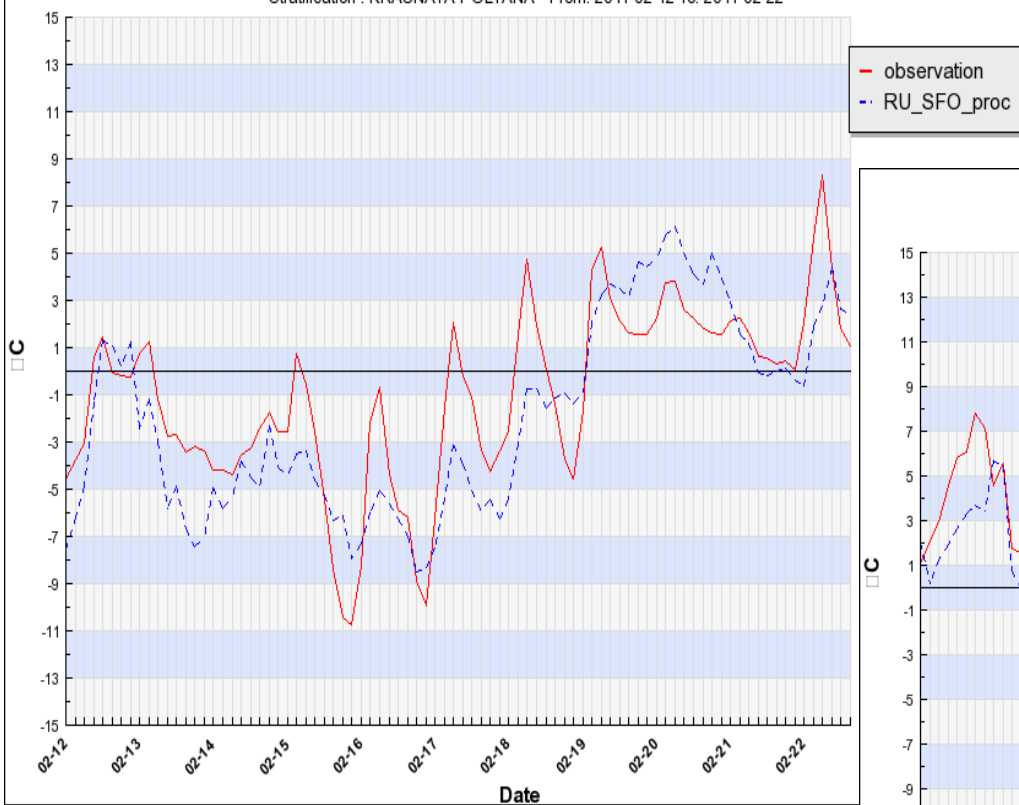
COSMO-RU02, September-November 2010, Psea, Moscow



COSMO-RU2, 12-23 February 2011, T2m

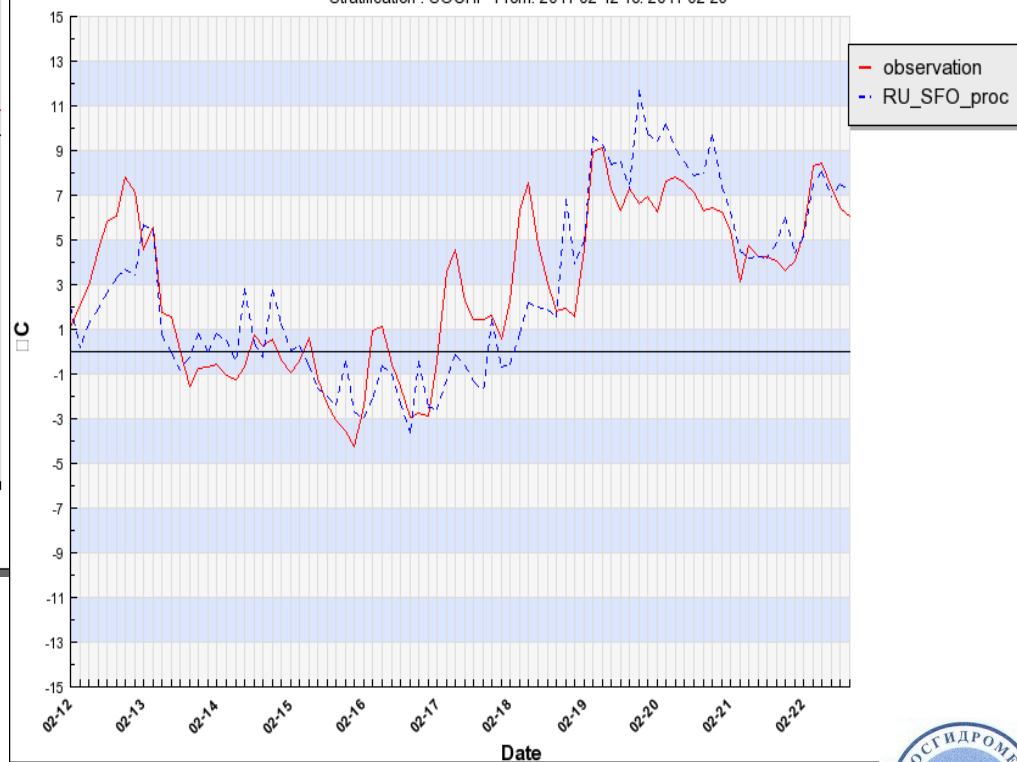
KP_T2m: TEMPERATURE AT 2M - C

Stratification : KRASNAYA POLYANA - From: 2011-02-12 To: 2011-02-22



Sochi_T2m: TEMPERATURE AT 2M - C

Stratification : SOCHI - From: 2011-02-12 To: 2011-02-23

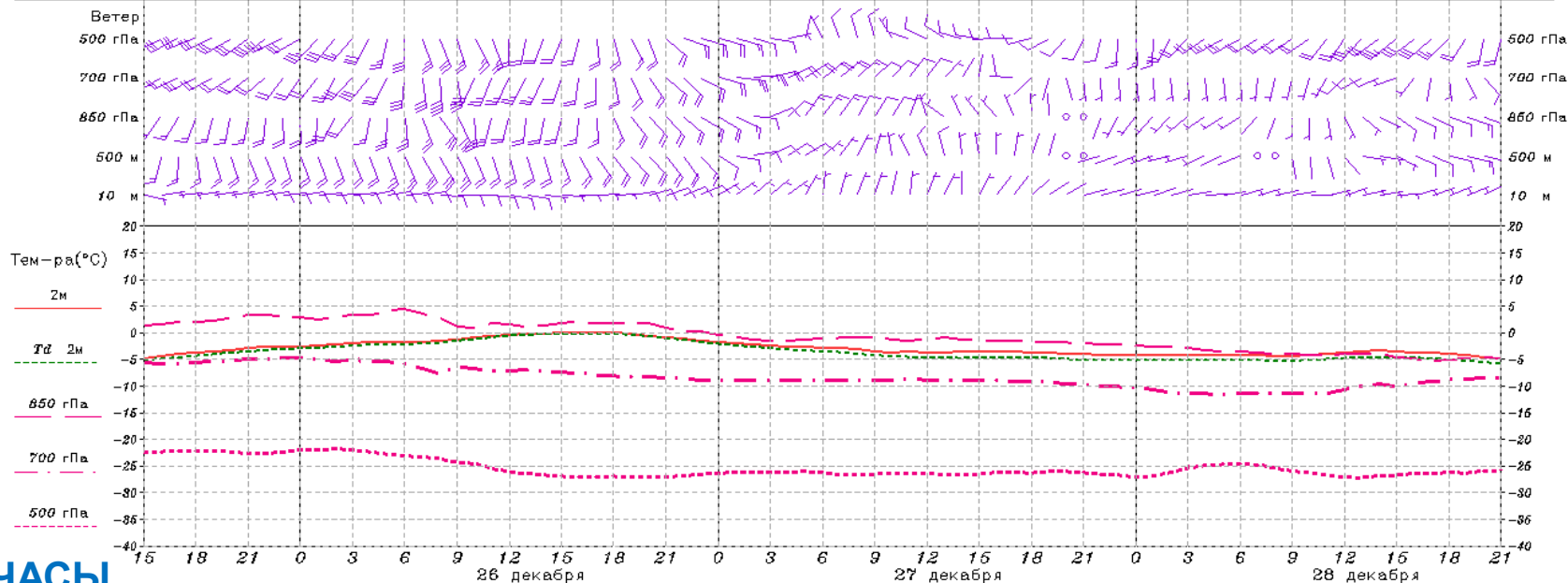




Moscow – Прогноз ГУ "Гидрометцентр РФ" | Долгота: 37.672 | Широта: 55.846 | Высота: 155.456м
 Прогноз на 78 часов от 25.12.2010 15:00 МСК (12ч. UTC) | Модель COSMO-RU / 7км | Рассчитано в 25.12.2010 18:59 МСК

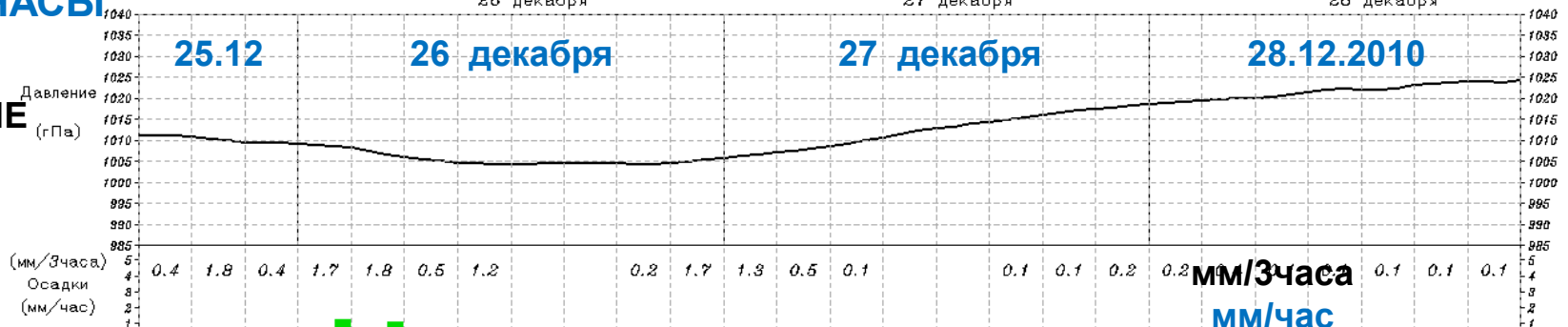
ВЕТЕР
 500 гПа
 700 гПа
 850 гПа
 500 м
 10 м

T2м
Td2м
T850
T700
T500



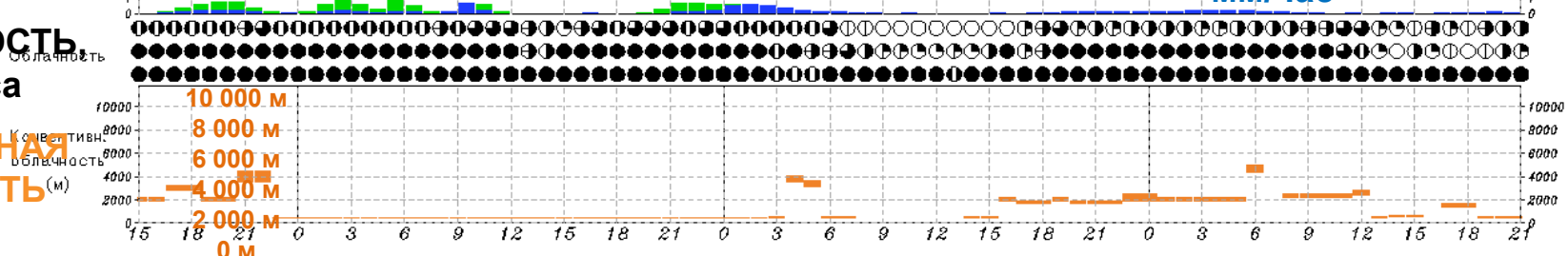
ДАТА И ЧАСЫ

ДАВЛЕНИЕ



ОСАДКИ

ОБЛАЧНОСТЬ
 3 яруса

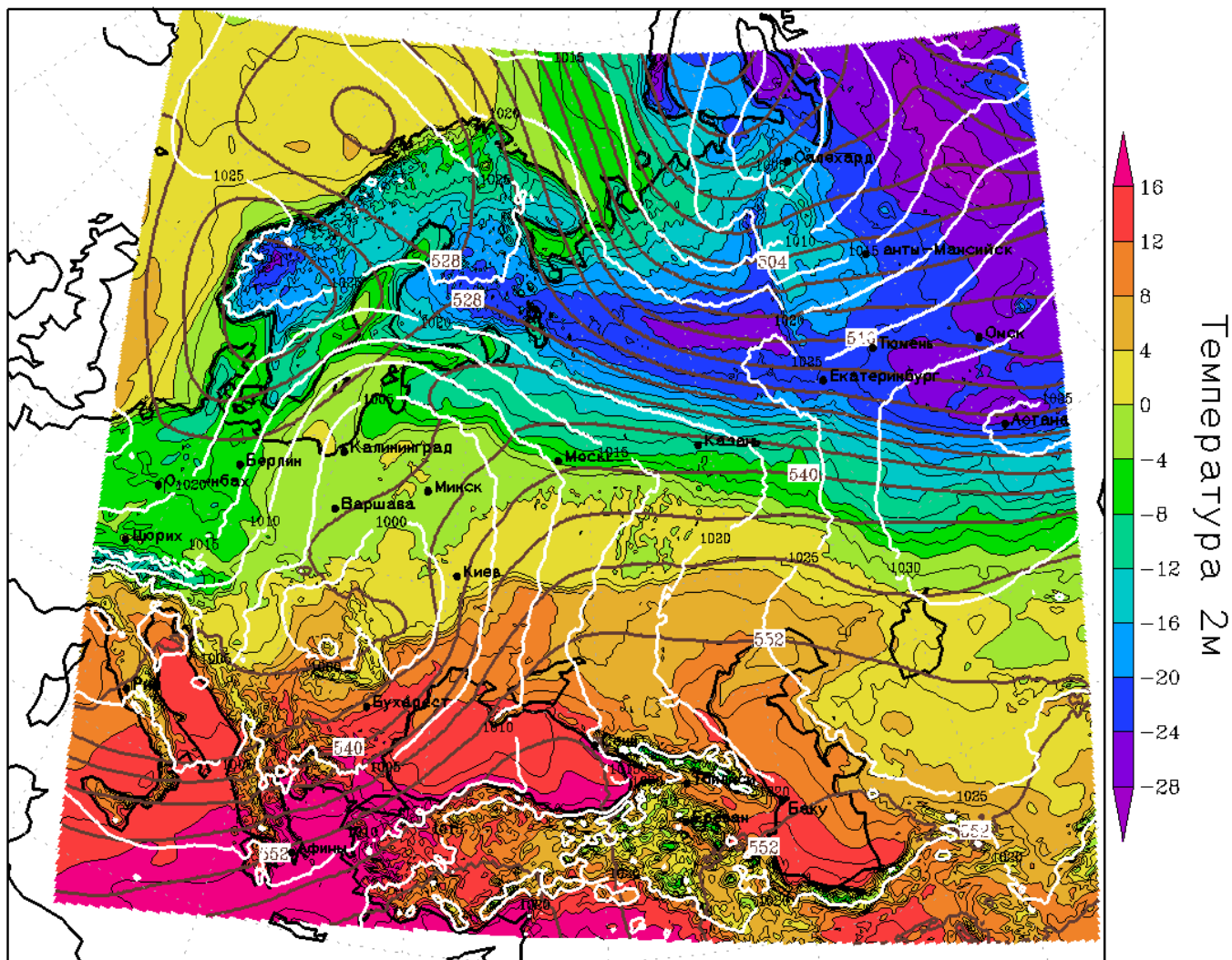


COSMO-RU07: Численный прогноз на 25 -28 декабря (шаг сетки 7км)

15:00 25дек 2010 (МСК): T2м, P ур.моря, H500

Температура
воздуха

Psea
H500



Прогноз на 0ч. от 15:00 25дек 2010 (МСК)
COSMO-RU 7км

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ О КОМПЛЕКСЕ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ УСЛОВИЙ ПОГОДЫ ПО ЦЕНТРАЛЬНОМУ ФЕДЕРАЛЬНОМУ ОКРУГУ № 10-12-23-01

В связи с влиянием атмосферных фронтов циклона, который переместится с юго-запада Европы на Белоруссию,

25 декабря в Центральном Федеральном округе (ЦФО) ожидаются **снег, местами сильный, мокрый снег**, в южной половине округа (Брянская, Орловская, Липецкая, Тамбовская, Курская, Белгородская, Воронежская области) **дождь**.

26 декабря на всей территории ЦФО осадки, местами сильные (дождь, в северной половине округа (Тверская, Ярославская, Костромская, Ивановская, Владимирская, Московская области)) **с мокрым снегом**.

В Московской области и Москве наиболее интенсивные осадки (снег, мокрый снег, 26 декабря с дождем) ожидаются **днем 25 декабря и в течение суток 26 декабря**. ожидаемое суммарное количество осадков в Московской области и Москве за этот период составит 10-18 мм.

В течение 25-26 декабря в ЦФО налипание мокрого снега на проводах и деревьях, гололед, туман, порывы восточного, юго-восточного ветра 12-17 м/с.

На дорогах округа гололедица, в северной половине округа снежные заносы.

26 декабря температура воздуха в ЦФО повысится до -2...4 градусов, а в Курской, Белгородской и Воронежской областях до 6...10 градусов.

Предупреждение составлено 23.12.2010 г. в 11.45 мск
ГИДРОМЕТЦЕНТР РОССИИ



COSMO-RU14: оценки прогноза сильных осадков

**Прогноз на территории ЦФО в 2009 г. (h=14 км)
сильных осадков (дождь/осадки > 11 мм; снег > 5 мм)
за 12 час. по модели COSMO-RU (всего 58 прогнозов)**

Месяц	Количество случаев		Прогноз по модели		Заблаговременность					
	Факт	Прог	ДА, оправдался	НЕ оправдался	ночь 18-30 час.	день 30-42 час.	ночь 42-54 час.	день 54-66 час.	ночь 18-30 42-54	день 30-42 54-66
Янв.	8	8	8	-	3	3	1		1	
Февр.	15	15	14	1	7	6			1	
Март	5	5	5	-	2	1			1	1
Апр.	2	2	2	-	1		1			
Май	6	8	5	3	1	1			1	2
Итого	36	38	34	4=2+2	14	11	2	0	4	3

Оценки полезности прогноза сильных осадков с точки зрения синоптика-практика
(данные лаборатории оперативно-методического сопровождения метеорологических прогнозов,
зав. лабораторией А.Д. Голубев)



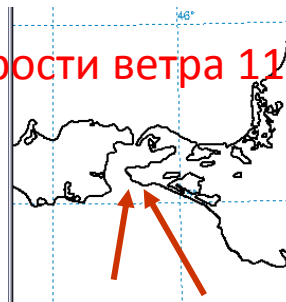
Гидрометеорологический центр Российской Федерации



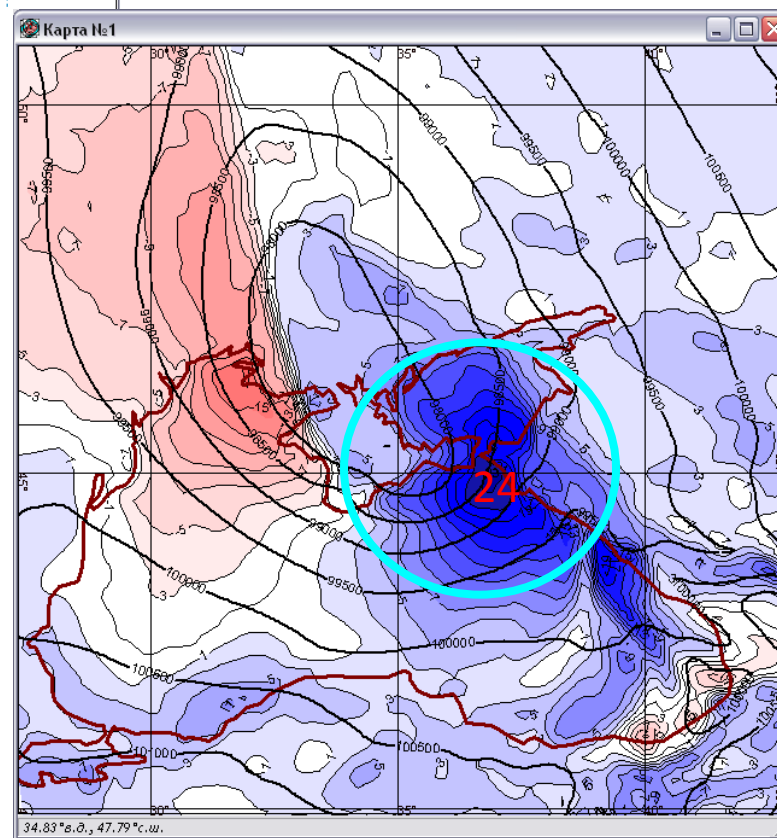
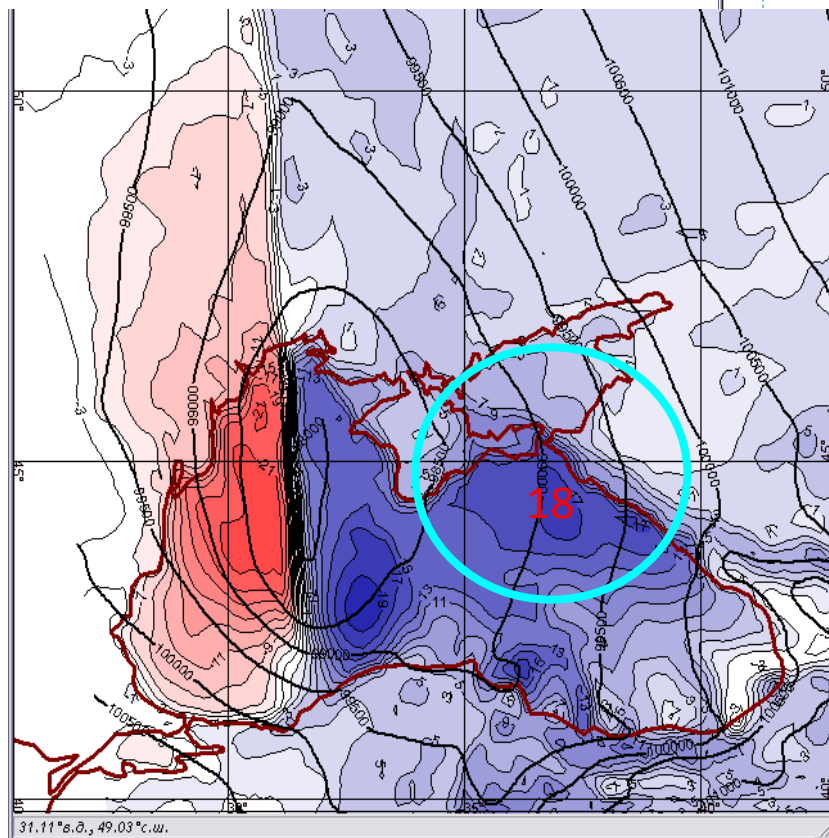
Шторм в Керченском проливе. Крупнейшая катастрофа 11 ноября 2007 г.

COSMO-RU14: прогнозы скорости ветра 11 ноября 2007

24-час. прогноз
(00 UTC 11/11/2007)



30-час. прогноз
(06 UTC 11/11/2007)



P_{sea} и V-компонент на 10 м, COSMO-RU прогнозы.

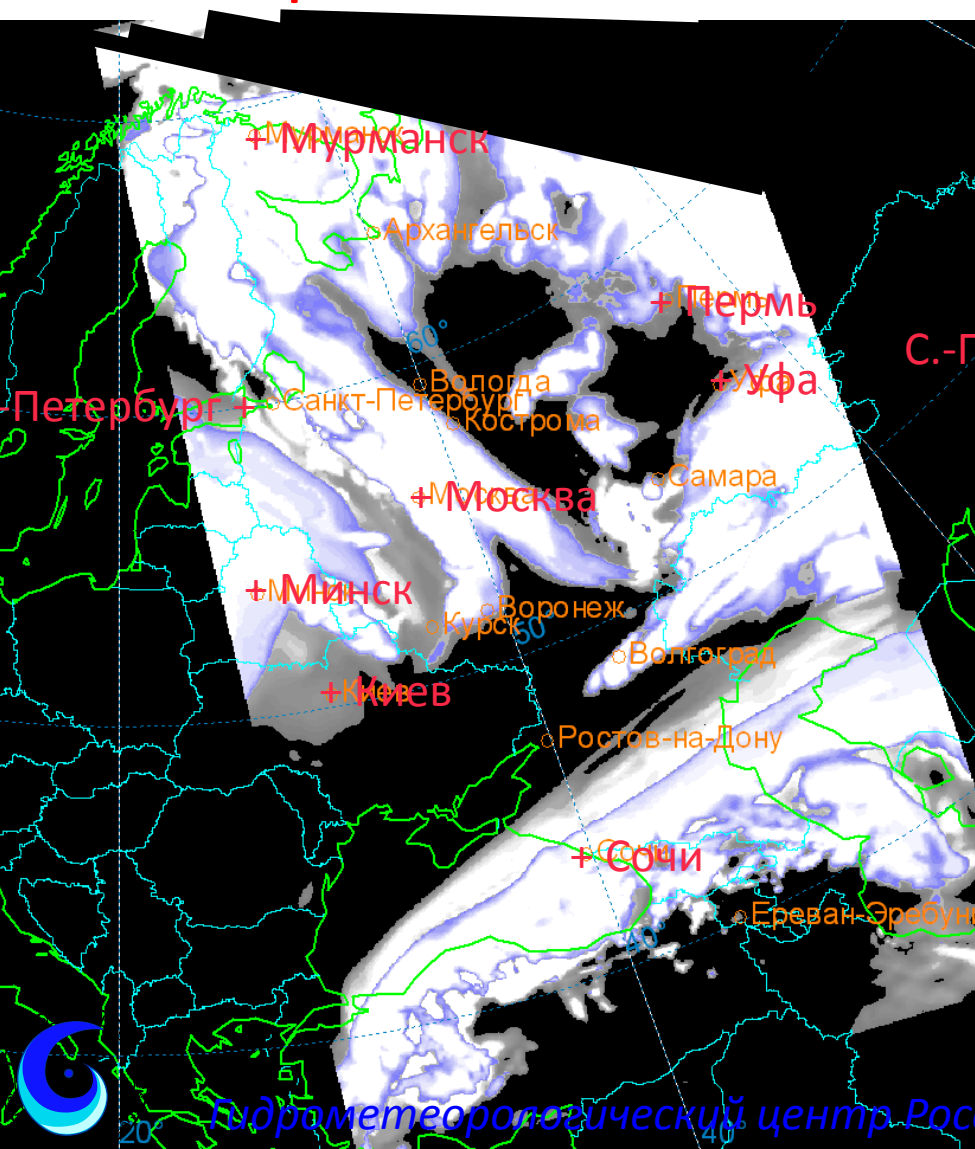
Гидрометеорологический центр Российской Федерации



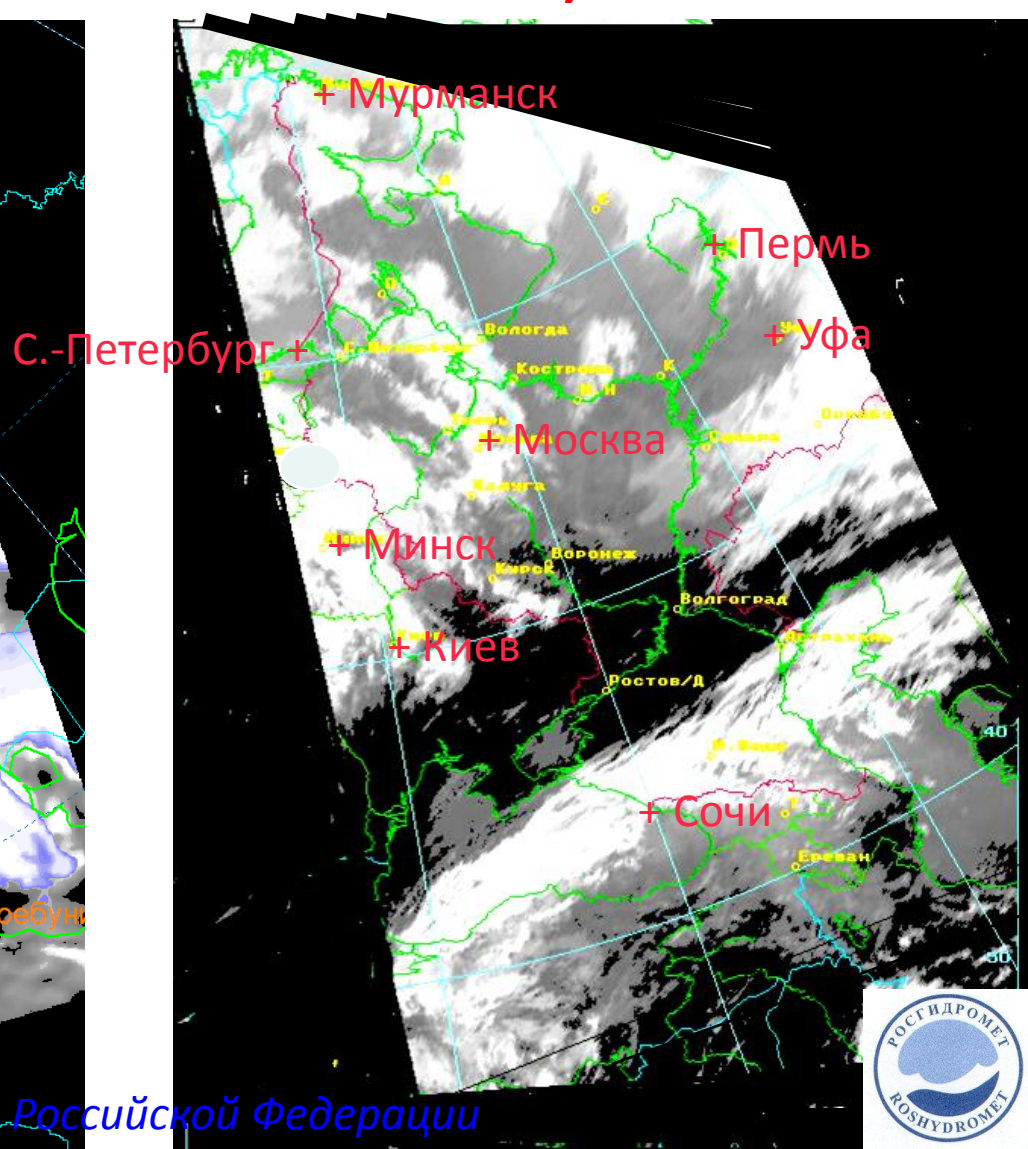
Пример оперативной прогностической продукции COSMO-RU14

22 мая 2009 г., 06 час. - облачность:
прогноз на 30 часов по данным за 21 мая 2009 г., 00 час. и снимок со спутника

прогноз



спутник

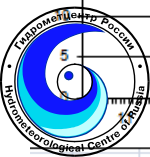
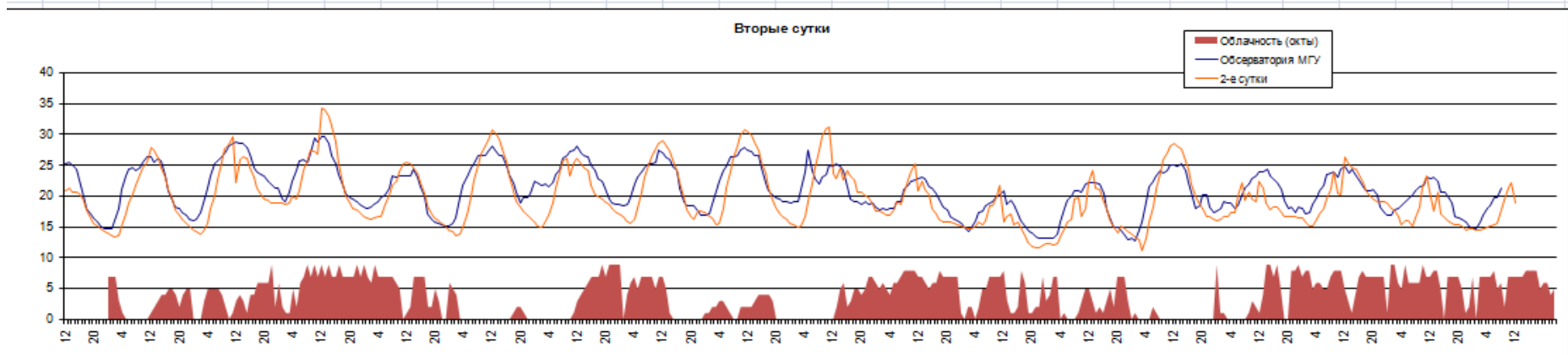
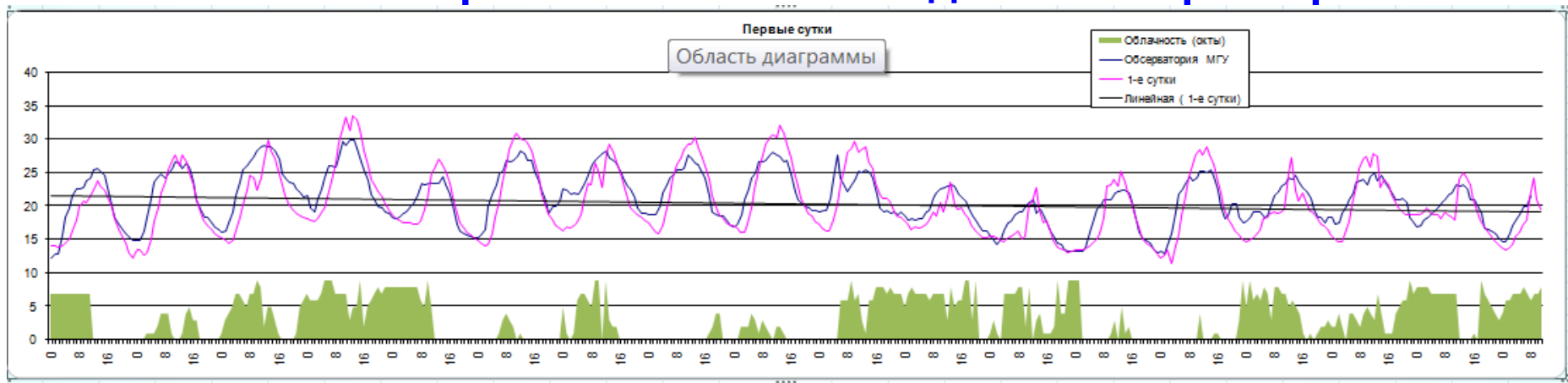


Гидрометеорологический центр Российской Федерации

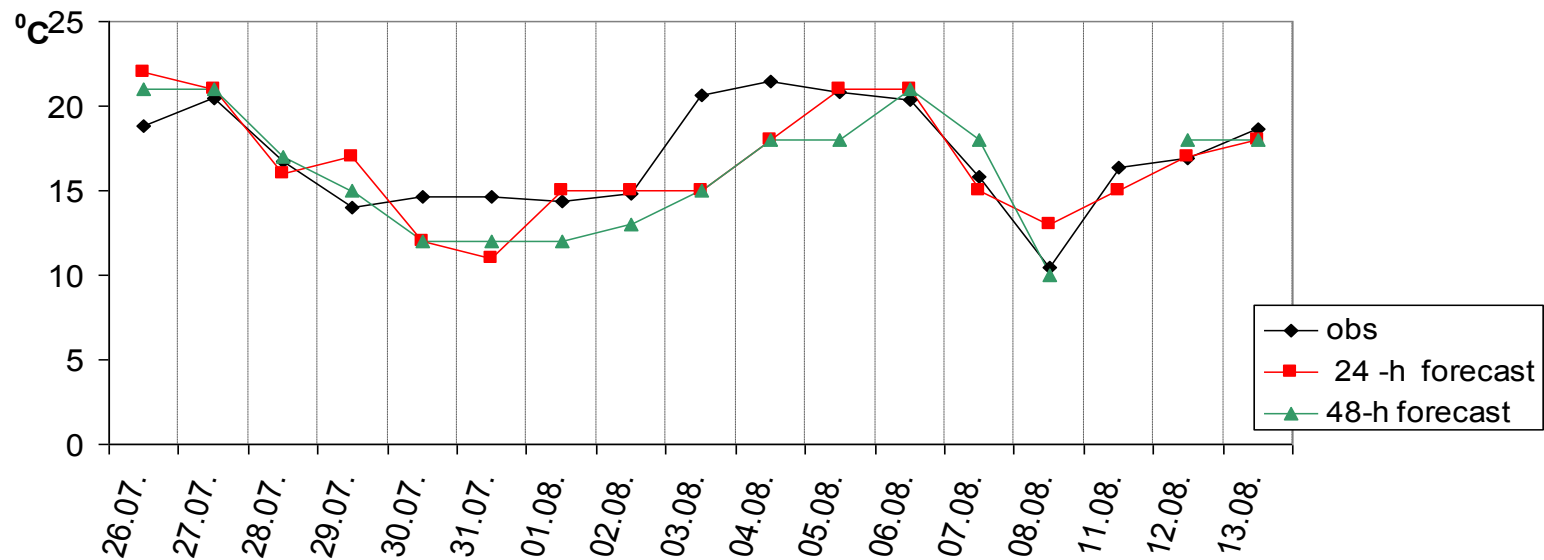


COSMO-RU14: суточный ход Т2м в июле 2009 г.:

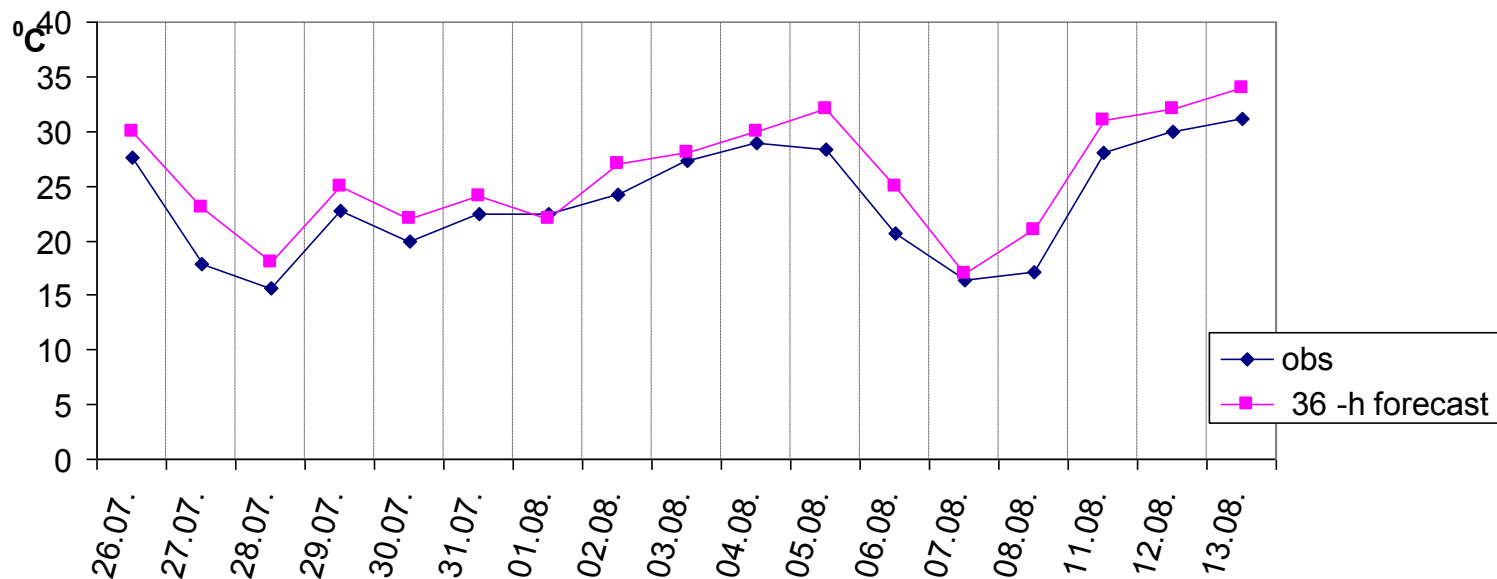
COSMO-RU/14 и фактические – наблюдения обсерватории МГУ



Saratov, 24 and 48-h



Saratov, 36 h



Визуализация данных

Для визуализации данных был выбран графический пакет GrADS.

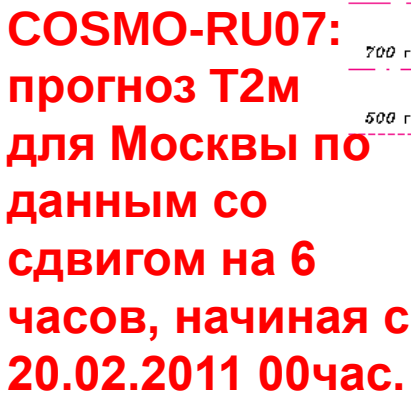
В настоящий момент подготовлены следующие виды продукции:

- графические метеограммы;
- 8 типов прогностических карт;
- вертикальные профили температуры и ветра до 20 км.

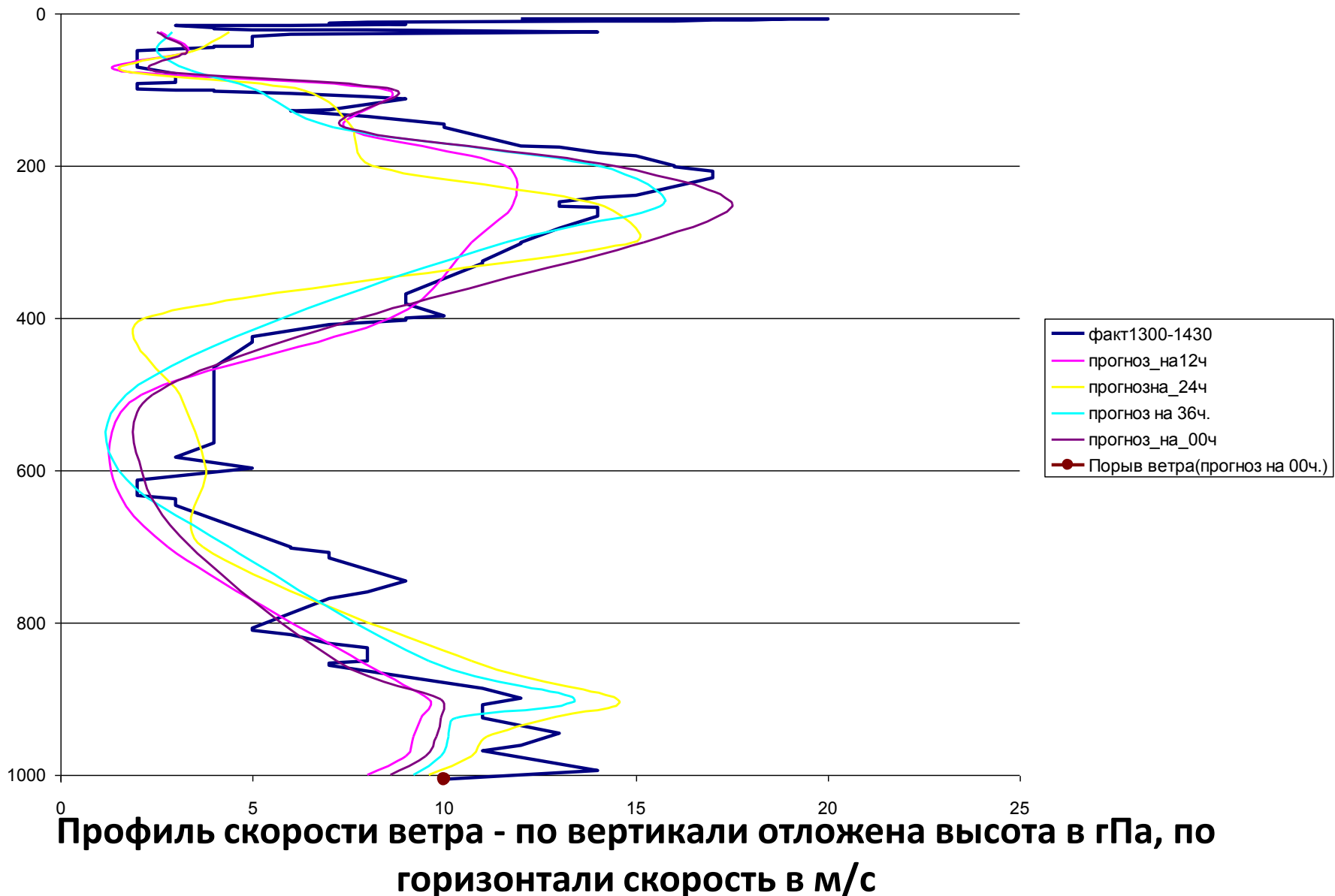
Впервые осуществлена русификация приложения GrADS

На данный момент 4 раза в сутки рисуется 200 метеограмм и 300 карт

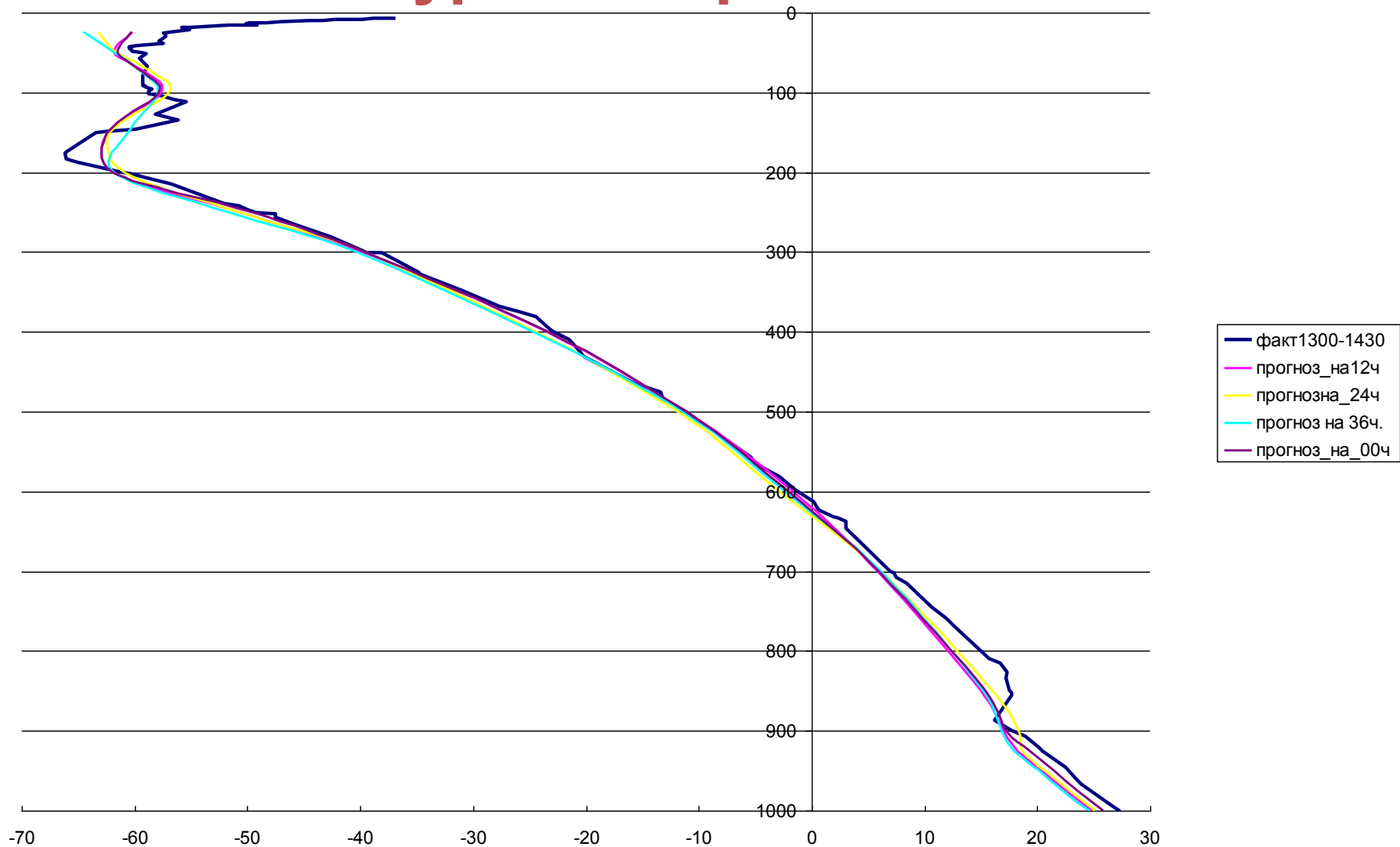




Синоптическая ситуация в районе Байконура 24 апреля 2010г.



Синоптическая ситуация в районе Байконура 24 апреля 2010г.



Профиль скорости ветра - по вертикали отложена высота в гПа, по горизонтали температура в °C

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

COSMO-RU07

&&

COSMO-RU02:

близкие уровни

**пограничный
слой (< 1550 м)**

12 уровней

13 уровней

**нижний
слой (< 550 м)**

8 уровней

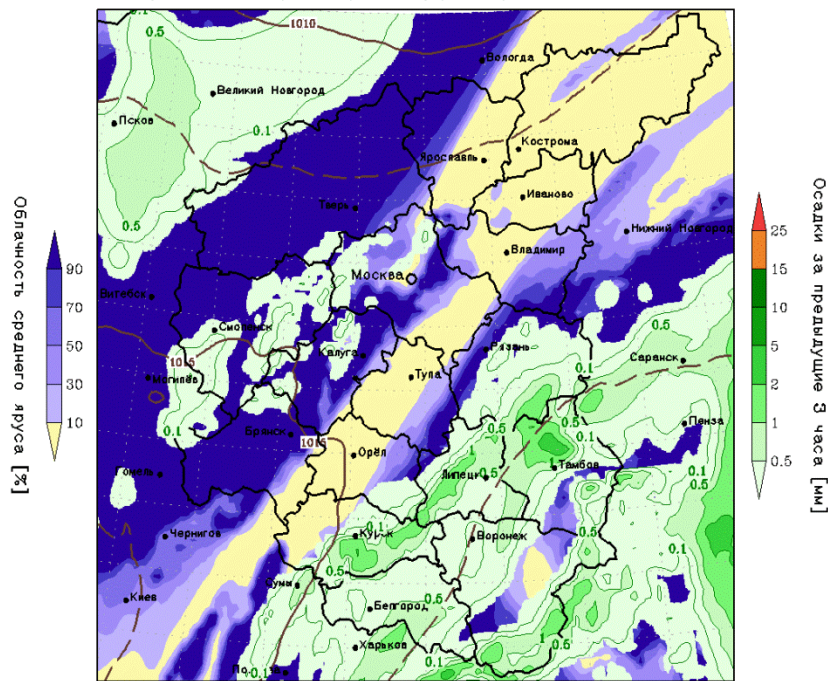
8 уровней

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

СРАВНЕНИЕ ПРОГНОЗОВ Psea, ОСАДКОВ и ОБЛАЧНОСТИ: 16 апреля 2011 г. 00 час.

7.0км

19:00 16апр 2011 (МСК): Р ур.моря, облачность, осадки



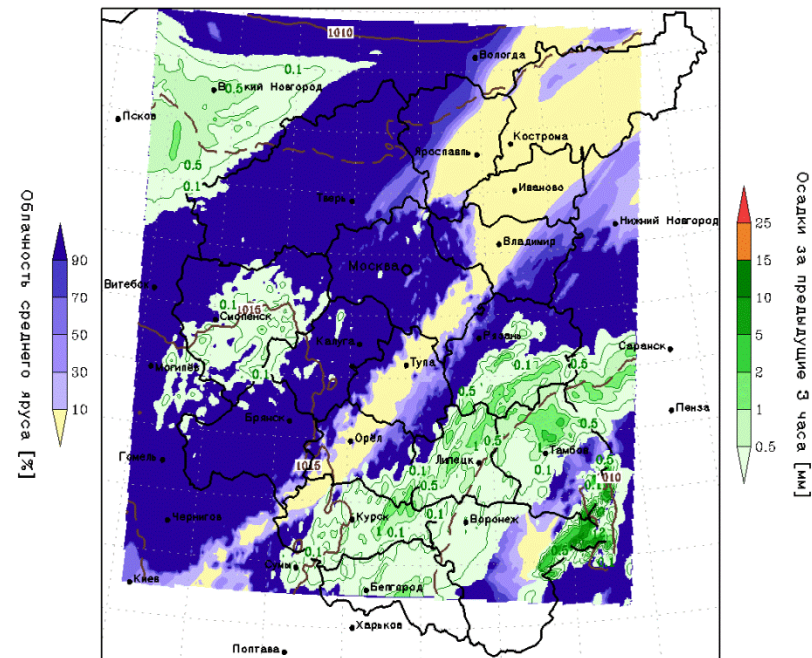
Прогноз на 15ч. от 04:00 16апр 2011 (МСК)

COSMO-RU 7km

— Давление на уровне моря

2.2 км

19:00 16апр 2011 (МСК): Р ур.моря, облачность, осадки



Прогноз на 15ч. от 04:00 16апр 2011 (МСК)

COSMO-RU 2.2km

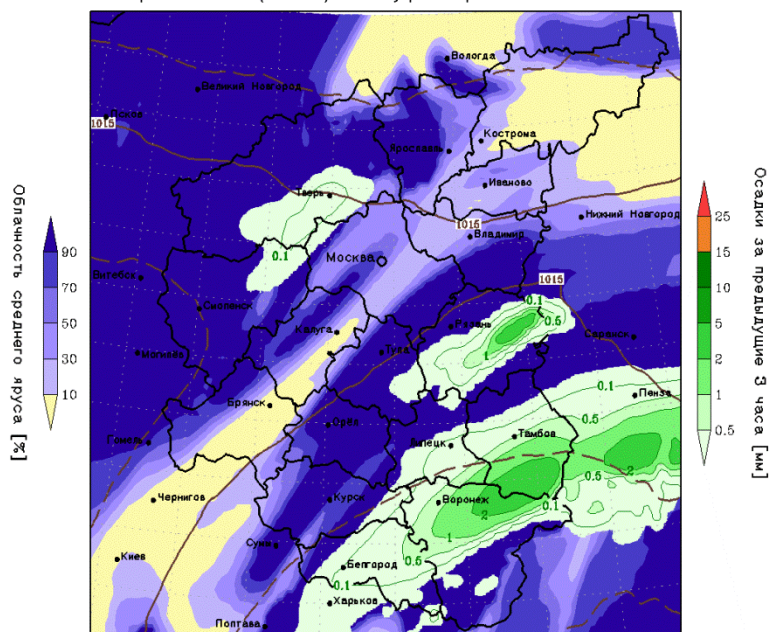
— Давление на уровне моря

СРАВНЕНИЕ ПРОГНОЗОВ Psea, ОСАДКОВ и ОБЛАЧНОСТИ: 16 апреля 2011 г. 00 час.

7.0 км

2.2 км

07:00 16 апр 2011 (МСК): P ур. моря, облачность, осадки

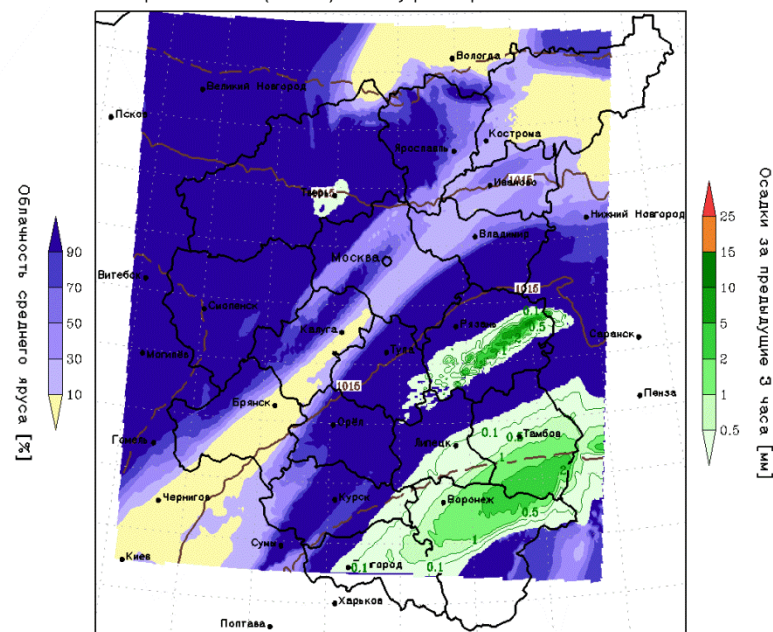


Прогноз на 3ч. от 04:00 16 апр 2011 (МСК)

COSMO-RU 7км

— Давление на уровне моря

07:00 16 апр 2011 (МСК): P ур. моря, облачность, осадки



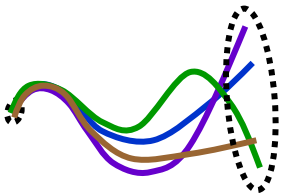
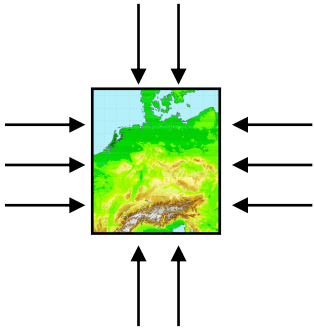
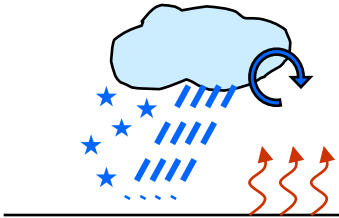
Прогноз на 3ч. от 04:00 16 апр 2011 (МСК)

COSMO-RU 2.2км

— Давление на уровне моря

СОЗДАНИЕ АНСАМБЛЕЙ

Классификация изменений
для определения неопределенности прогнозов

Начальные данные	Граничные данные	Физика модели	Метод решения
			3 time level split-explicit Leapfrog 2 time level split-explicit Runge-Kutta (several variants)

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);

Стандартные вертикальные профили константы фотолиза – модель STAR (Ruggaber, 1994);

Профили радиации для коррекции константы фотолиза – модель GRAAL (в блоке COSMO (Ritter, Geleyn, 1992))

- **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

- **Влияние на оптические свойства атмосферы**

- **Гетерогенные реакции**

Гидрометеорологический центр Российской Федерации

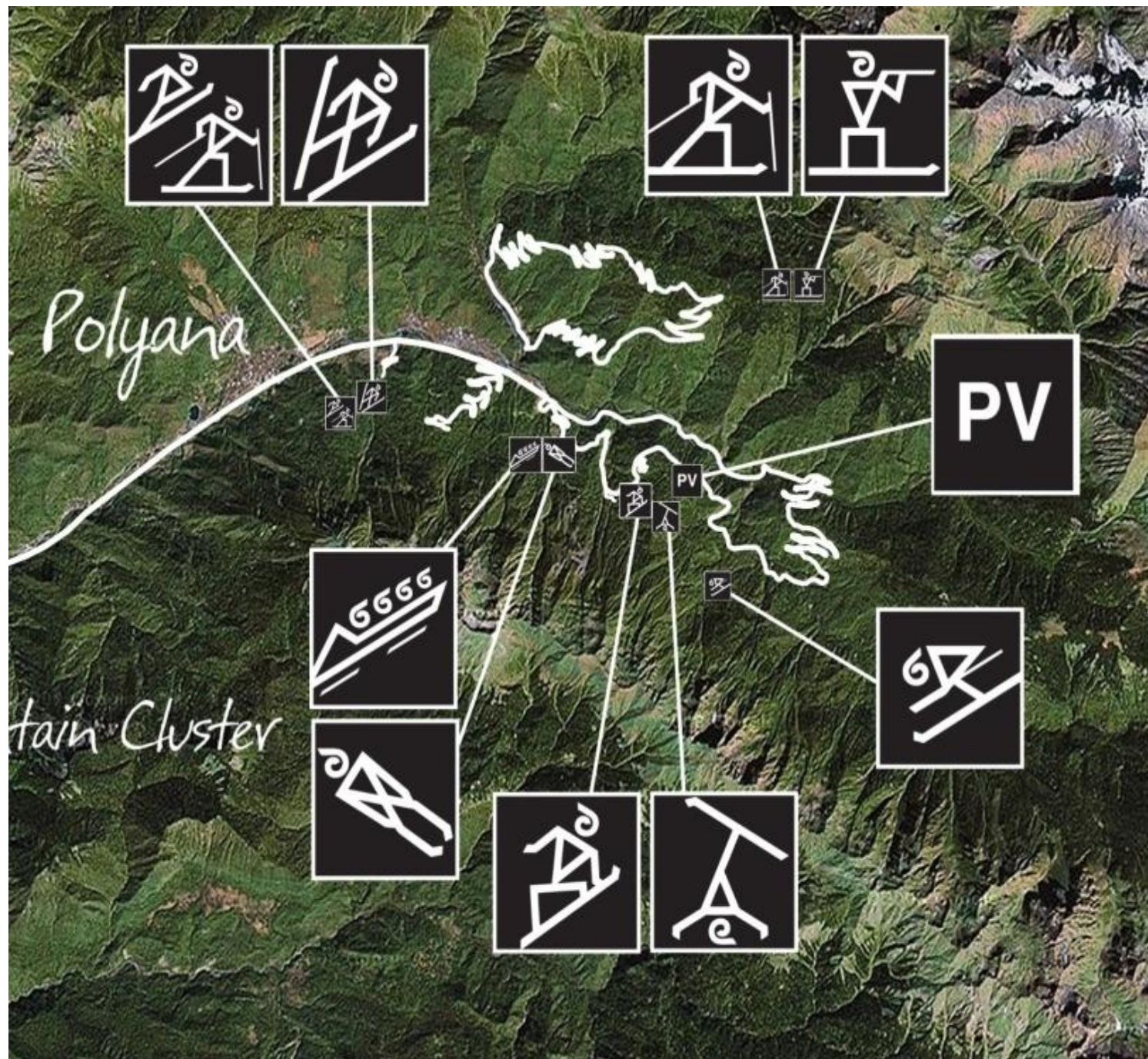


Eyjafjalla ash plume



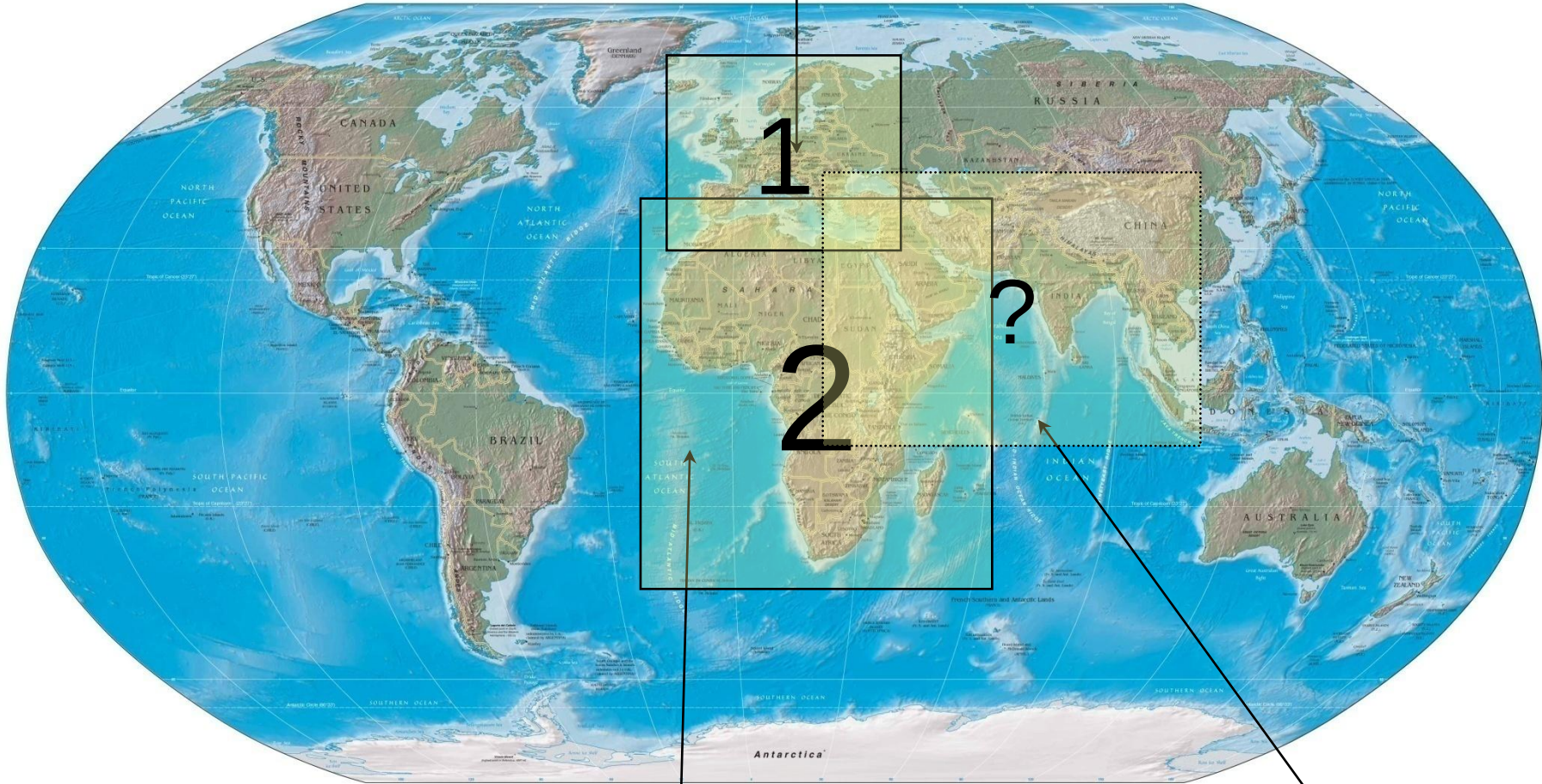
Jochen Förstner
Thomas Hanisch



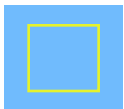


3.1 CCLM IPCC-AR5 Regions

Europe (50km, 18km, 11km)



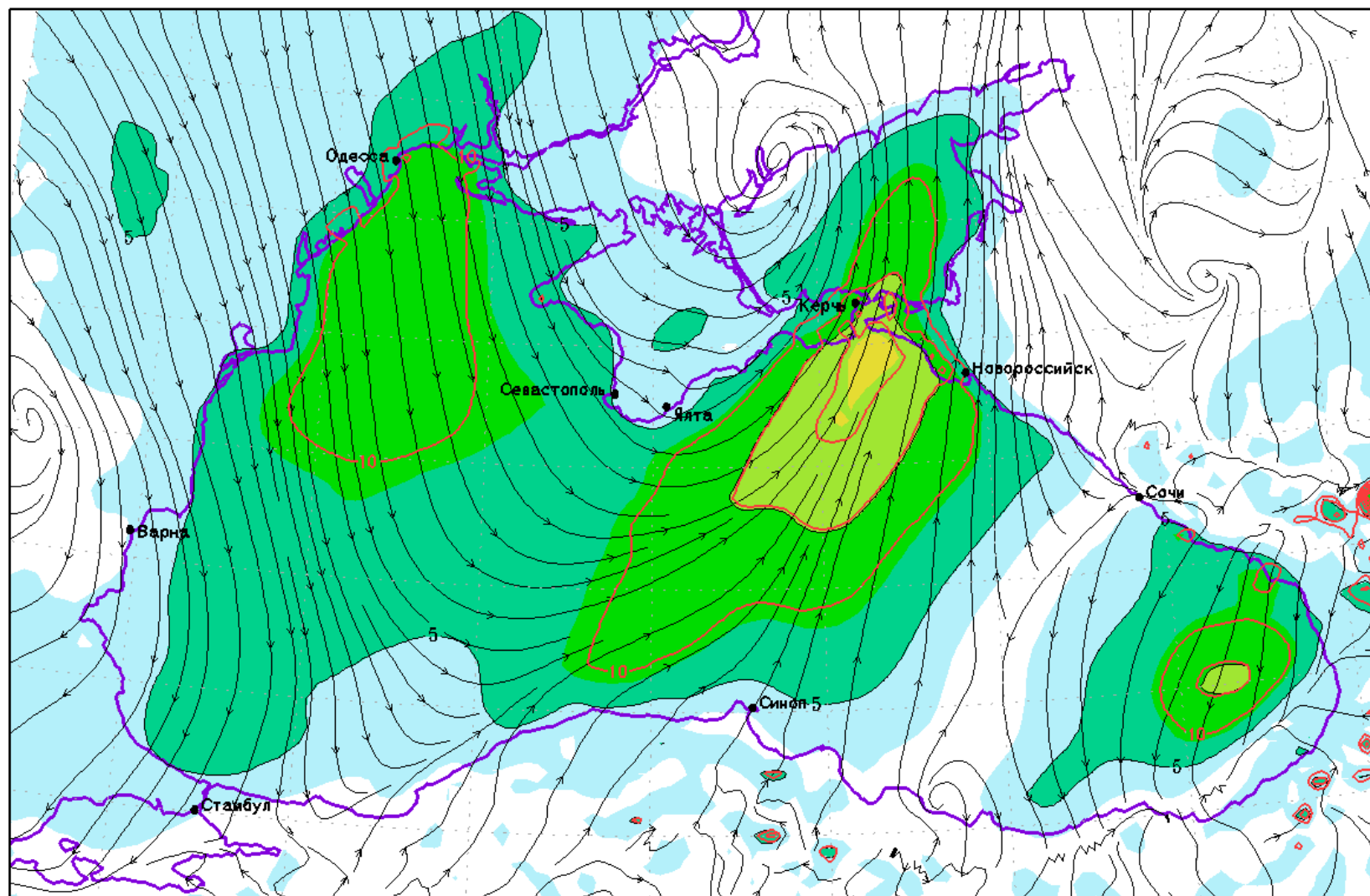
CORDEX-Regions



Afrika (50km, 25km)

West Asia, 50km

04:00 16 апр 2011 (МСК): Ветер

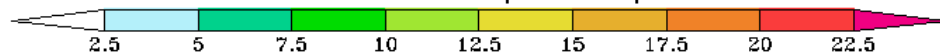


Прогноз на 0ч. от 04:00 16 апр 2011 (МСК)

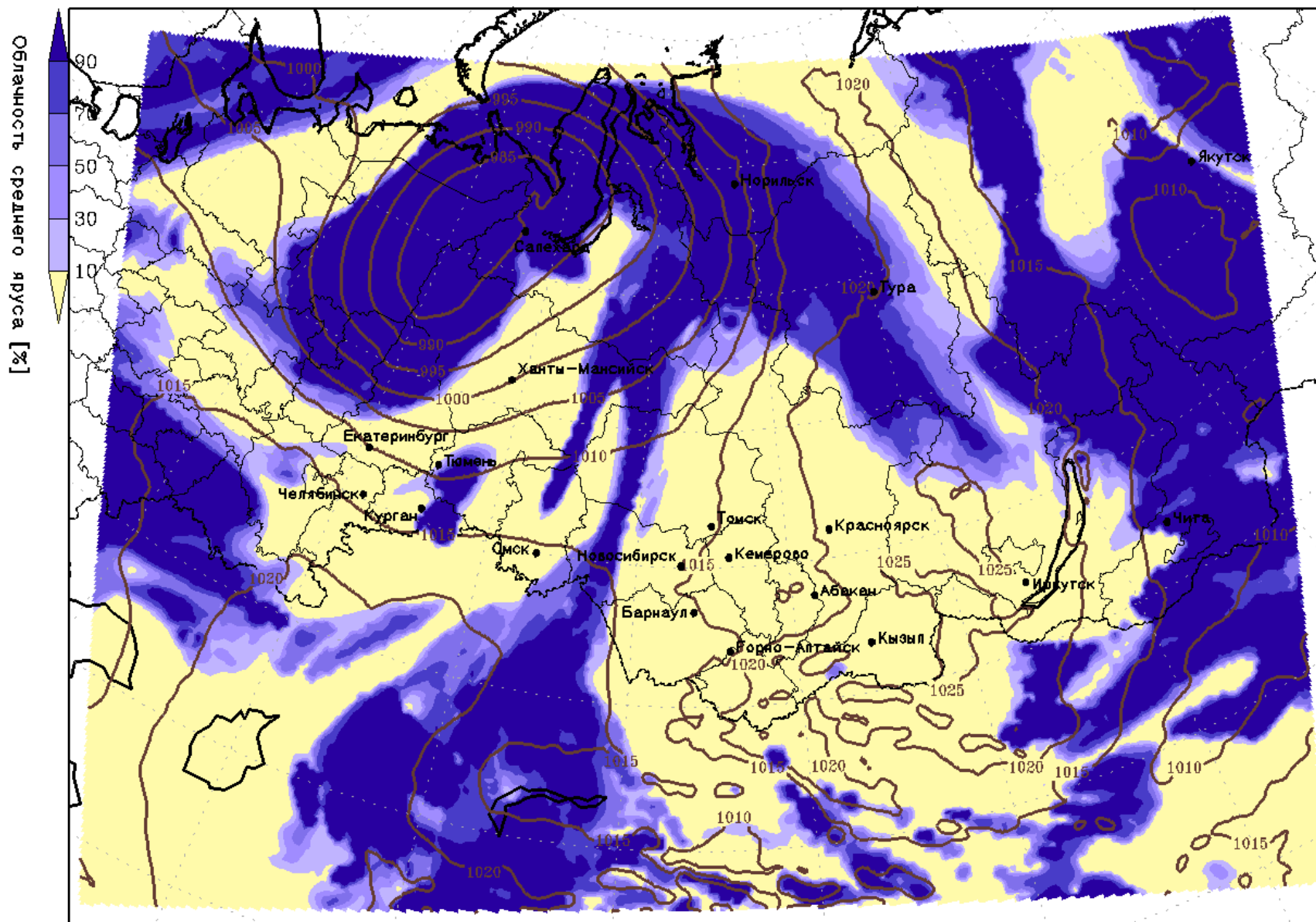
COSMO-RU 7км

→ Направление ветра
— Порывы

Скорость ветра



04:00 16 апр 2011 (МСК): Р ур. моря, облачность, осадки



Прогноз на Оч. от 04:00 16 апр 2011 (МСК)

COSMO-RU 14км

— Давление на уровне моря

Заключение

1. 13 апреля 2011 г. ЦМКТП приняла решение о **ВНЕДРЕНИИ** системы мезомасштабного прогноза погоды **COSMO-RU** в оперативную практику в качестве **базовой** для использования в ГУ "Гидрометцентр России" и других прогностических учреждениях Росгидромета.
2. На основе выполненных работ, а также других исследований, проводящихся в ГУ "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.**
3. 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.

Гидрометеорологический центр Российской Федерации





Федеральная служба по гидрометеорологии
и мониторингу окружающей среды



СОВРЕМЕННЫЕ ОПЕРАТИВНЫЕ СИСТЕМЫ ЧИСЛЕННОГО ПРОГНОЗА ПОГОДЫ ДЛЯ ОГРАНИЧЕННОЙ ТЕРРИТОРИИ

Спасибо за внимание !

Вильфанд Р.М., Ривин Г.С., Розинкина И.А.
(ГУ "Гидрометцентр России, г. Москва)

19 апреля 2011 г., Новосибирск,
Конференция "40 лет СибНИГМИ"



БЛИЖАЙШИЕ ПЛАНЫ (до 2015 г.)

- Развить численные модели атмосферы высокого пространственного разрешения с более полным описанием физических процессов и с детализацией для отдельных регионов на сетке с шагом до 1 км (одним из регионов является район проведения Зимних Олимпийских игр).
- Развить систему обработки и усвоения данных наблюдений (в первую очередь – бесконтактных – спутниковых и радарных).
- Создать коллектив специалистов высокой квалификации в области новейших методов и технологий численного прогноза погоды на основе привлечения научной молодежи.
- Крайне желательно проводить регулярное (не реже 1 раза в 3-4 года) обновление суперкомпьютеров Росгидромета в соответствии с практикой всех ведущих мировых метеорологических центров (**в 2012 г. желательно иметь суперкомпьютер с пиковым быстродействием примерно $\cdot 10^{15} = 2\,000\,000 \cdot 10^9 \Rightarrow$ 2 миллиона миллиардов арифметических операций в сек.)**)

WRF является сокращением от **Weather Research and Forecasting** (исследование и прогноз погоды).

В США разработаны две версии **WRF**: **WRF-ARW** и **WRF-NMM**.

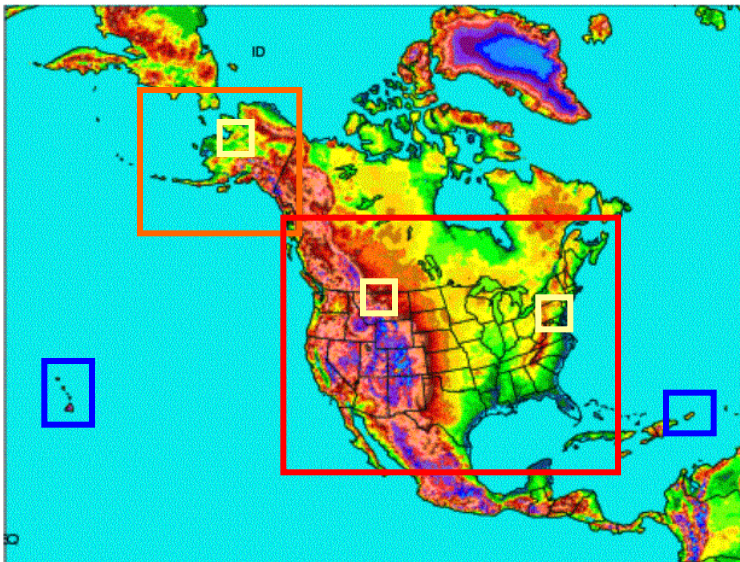
Вторые составляющие этих сокращенных названий моделей обозначают их различные динамические ядра:

- ❑ **ARW** является сокращением от **Advanced Research WRF**. Разработано в NCAR (National Center for Atmospheric Research),
- ❑ **NMM** является сокращением от **Nonhydrostatic Mesoscale Model**. Разработано в EMC NCEP (Environmental Modeling Center, National Centers for Environmental Prediction).

NCEP Mesoscale Modeling for CONUS: Planned Q3-Q4 FY11

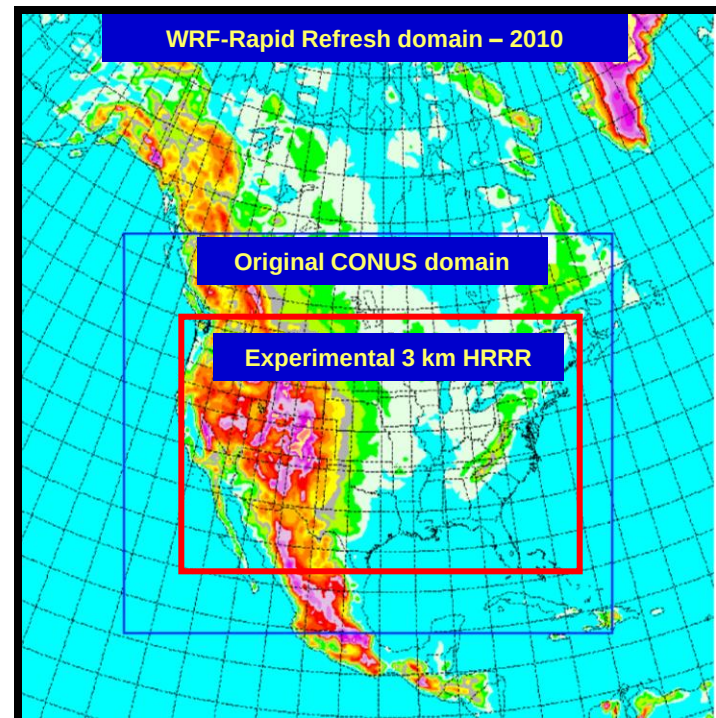
NAM

- NEMS based NMM
- Bgrid replaces Egrid
- Parent remains at 12 km
- Multiple Nests Run to ~48hr
 - ~4 km CONUS nest
 - ~6 km Alaska nest
 - ~3 km HI & PR nests
 - ~1.5-2km DHS/FireWeather/IMET possible



Rapid Refresh

- WRF-based ARW
- Use of GSI analysis
- Expanded 13 km Domain to include Alaska
- Hourly Updates
- Experimental 3 km HRRR



MetOffice:

Operational NWP Models: Aug 2010

Global

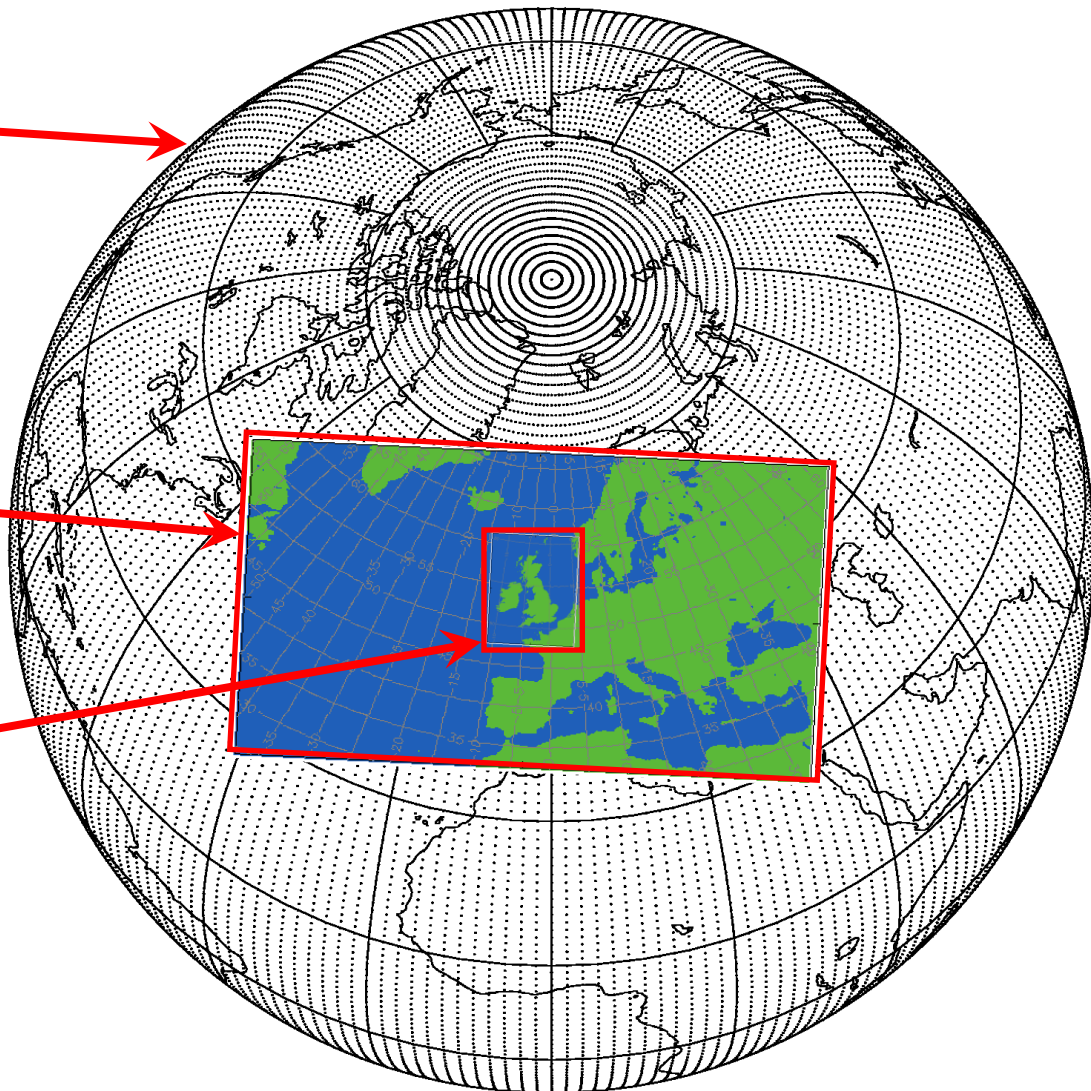
- 25km 70L
- 4DVAR
- 60h forecast twice/day
- 144h forecast twice/day
- +24member EPS at 60km

NAE

- 12km 70L
- 4DVAR
- 60h forecast
- 4 times per day
- +24member EPS at 18km

UKV

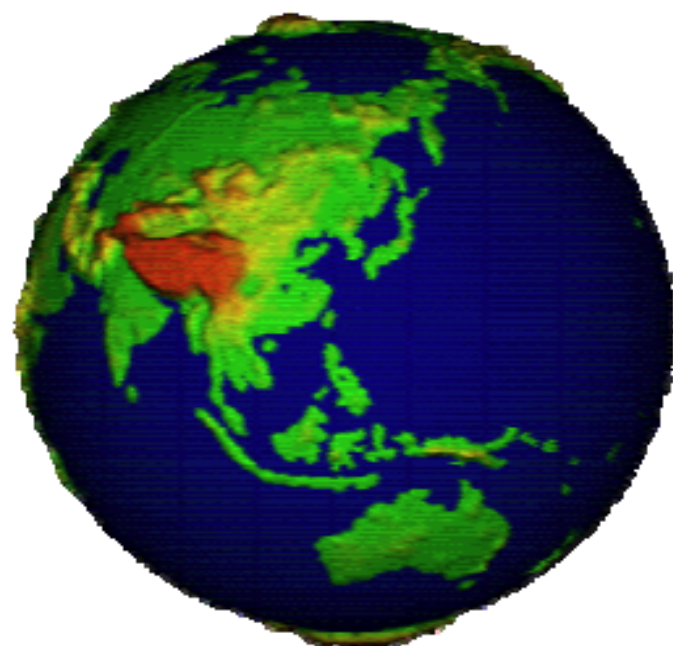
- 1.5km 70L (variable resolution)
- 3DVAR
- 36h forecast
- 4 times per day



JMA Numerical Analysis and Prediction System

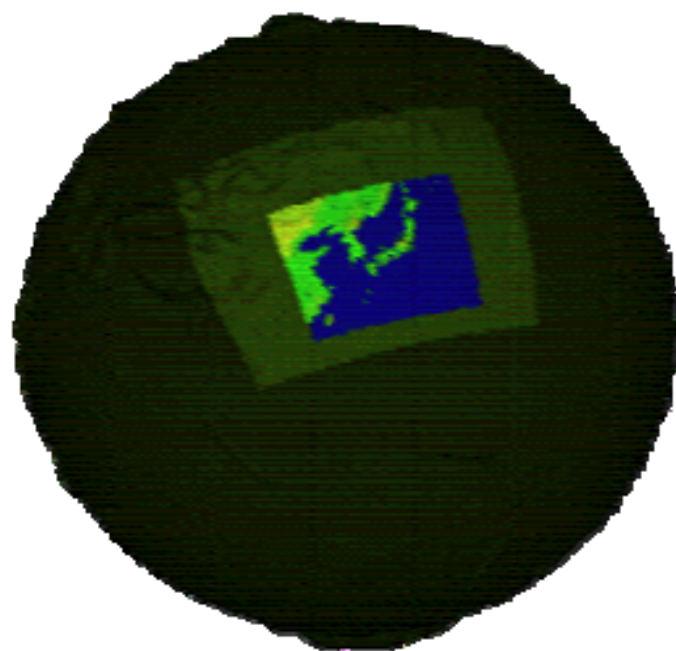
Global Spectral Model

T_L959L60 (~20km)



MesoScale Model

5km Non-hydrostatic model



Typhoon Ensemble

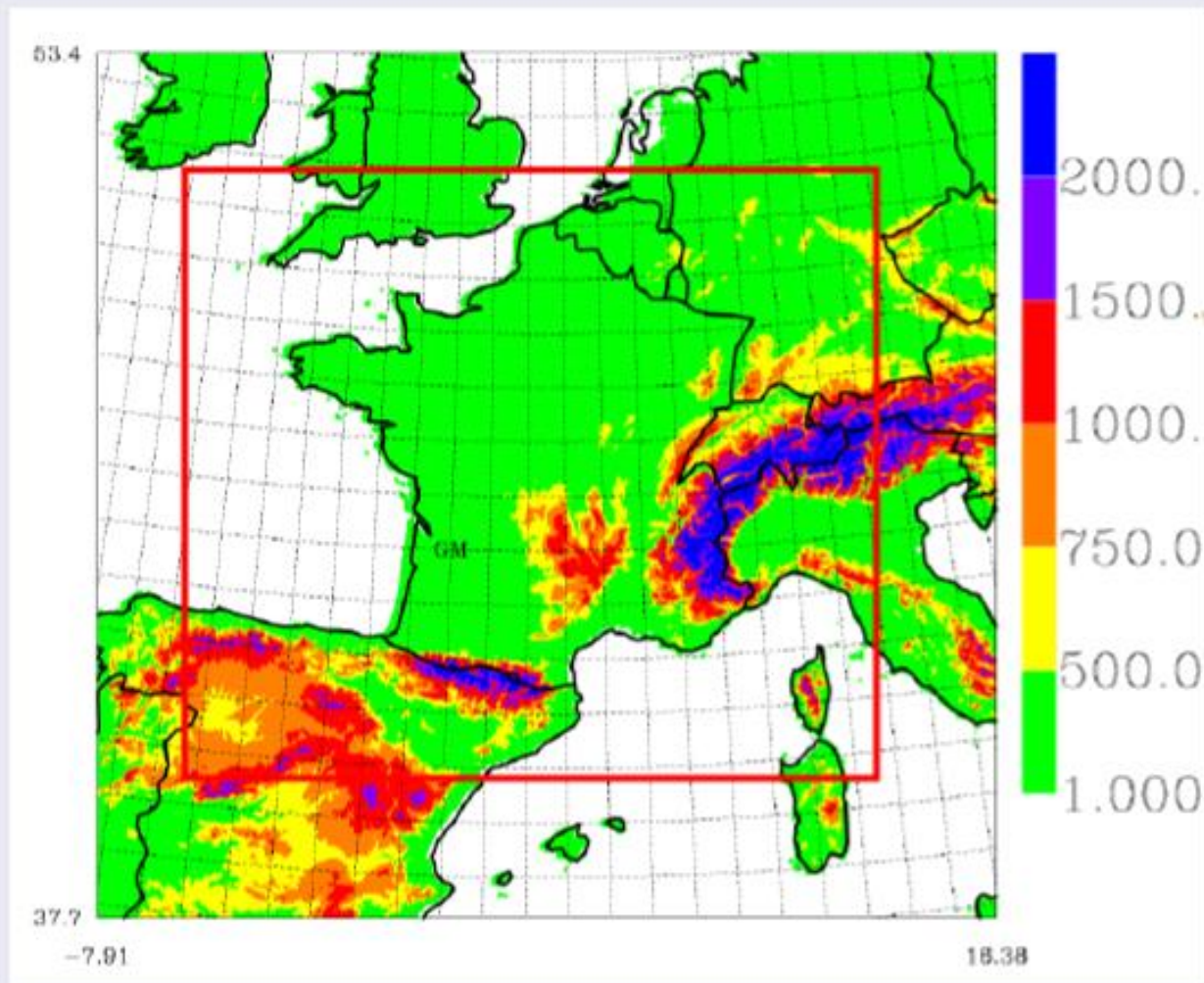
One-Week Ensemble

T_L319L60 (~60km) 11members

T_L319L60 (~60km) 51members

JMA NHM (Non Hydrostatic Model)

Horizontal resolution	NHM5km	NHM2km
Grid points	669x527x50	767x562 x50
Cumulus parameterization	Yes (Kain-Fritsch)	No
Cloud physics	1-moment 3-ice bulk scheme	2-moment 3-ice bulk scheme
The spectral boundary coupling (SBC) method	Yes	No
Execution period - <i>Main experiment</i> - <i>The preliminary experiment</i>	<i>17th May – 30th Oct. for each year for 25 years × 3 series. for 2002-2006 for the perfect boundary experiment using regional analysis data.</i>	<i>1st Jun. – 30th Oct. for each year for 25 years × 3 series. Selected months for 2002-2006 using the NHM5km perfect boundary experiment.</i>
Time step	24s	12s
Output (2D)	1 hourly	1 hourly
Output (3D)	3 hourly	3 hourly



- inner (in red): current domain (600x500)
- outer : new domain (750x720)

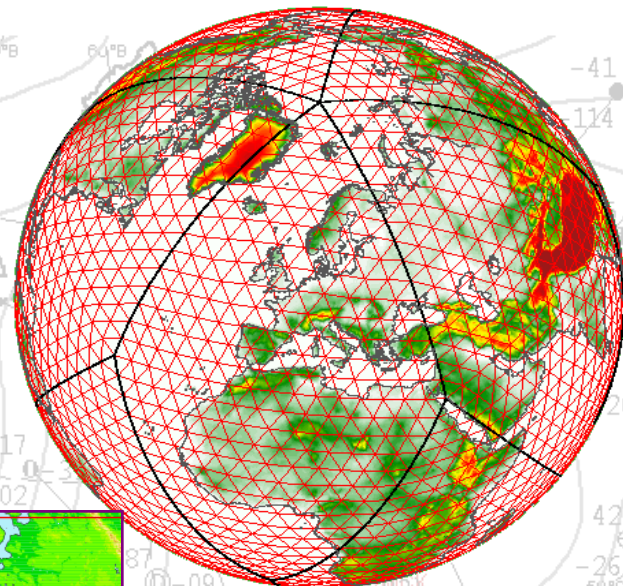
P. Benard (France), WShop, 2010, ноябрь

Метеослужба Германии: статус системы



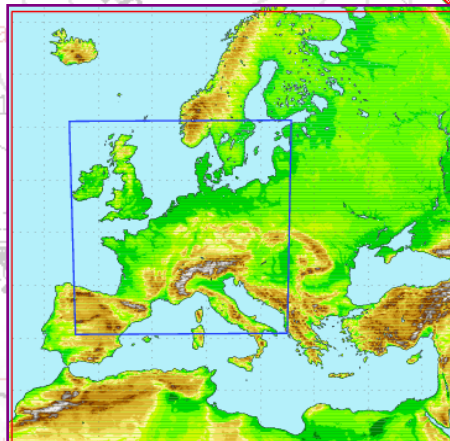
• GME

- Прогнозы по 00, 06, 12, и 18 UTC на 168 час.
- **30 км**, 60 уровней
- с **2010 (2 февраля)**



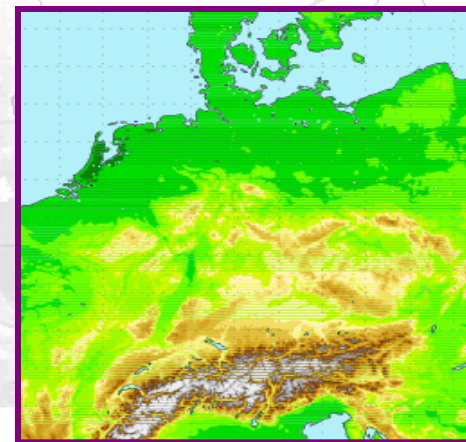
• COSMO-EU

- Прогнозы по 00, 06, 12, и 18 UTC на 78 h
- **7km**, 665*657 * 40 уровней,
- с **1999**

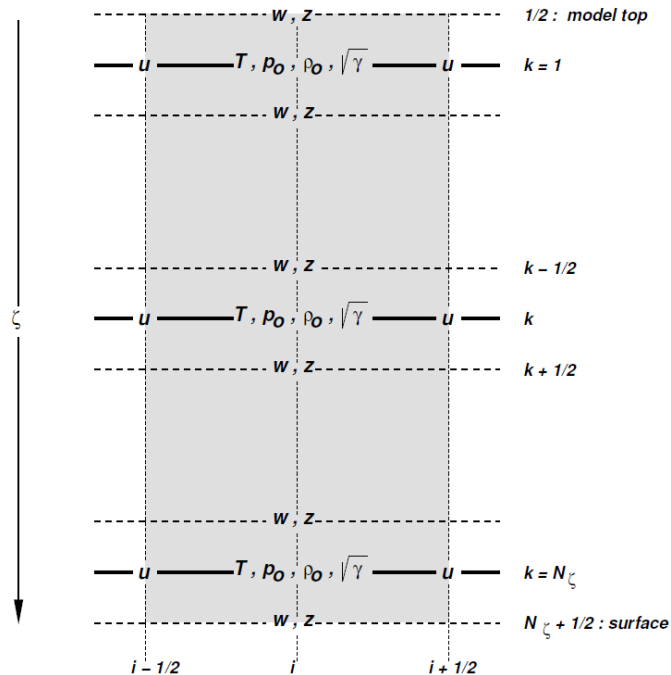
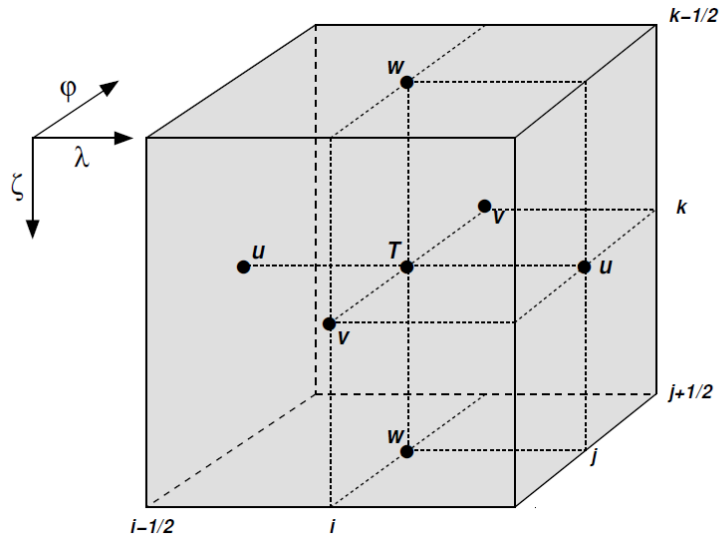


• COSMO-DE

- Прогнозы по 00, 03, 06, 09, 12, 15, 18, 21 UTC на 21 час
- **2.8 km**, 421*461*50 уровней
- с **2007**



COSMO-RU: сетка, компоненты



Динамика

Явно расщеплённая трёхуровневая по времени схема чехарды

Явно расщеплённая двухуровневая по времени схема Runge-Kutta

Подушевая трёхуровневая по времени схема чехарды

Релаксация

Физика

Облака и осадки сеточного масштаба
- схема тёплого дождя
- схема для льда 1 категории
- схема для льда 2 категории
- схема для льда 3 категории

Радияция

Турбулентная перегорodka подсеточного масштаба
- одномерная диагональная перегорodka
- одномерная, основанная на ТКЕ, диагностическая перегорodka
- трёхмерная, основанная на ТКЕ, прогностическая перегорodka

Параметризация поверхностных потоков
- стандартная схема объёмного переноса
- основанная на ТКЕ поверхностная схема

Влажная конвекция

- схема потоков масс Tiedtke
- схема Kain - Fritsch
- схема мелкой конвекции

Модель почвы (2 слоя)

Многослойная почвенная модель

Ассимиляция (усвоение)

Обработка наблюдений

Анализ поверхности

Включение атмосферных переменных и приземного давления

Включение потока скрытого тепла

Диагностика

Приземные параметры

Средние значения

Метеографики

Спутники

Изображения искусственных спутников Земли

Постановка начальных условий I/O

Фильтрация

Grib

NetCDF

С начала