

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

## ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ (РОСГИДРОМЕТ)

### ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ ВМО ПО РАЗВИТИЮ ГЛОБАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ И ПРОГНОЗИРОВАНИЮ (ГСОДП) ЗА 2017 г.

Страна: Российская Федерация

Центр: РСМЦ, Новосибирск

#### 1. Обзор основных результатов

1.1 В качестве базовой технологии оперативного ЧПП обеспечено функционирование версии мезомасштабной модели по ограниченной территории модели COSMO-Ru-Sib13.2 (50° – 120° В.д и 45° – 75° С.ш.) и глобальной модели Гидрометцентра России и Института вычислительной математики Российской Академии наук ПЛ-АВ 2008.

1.2 Выполнена экспериментальная реализация модели COSMO-ART13.2

1.3 Развивается технология статистической обработки численных прогнозов на основании комплексирования доступной в РСМЦ Новосибирск выходной продукции глобальных и региональных численных моделей для прогнозирования погоды по территории Западной Сибири.

#### 2. Используемое оборудование:

Эксплуатируется вычислительный кластер Altix 4700 ( 104 процессорных ядер) . В состав кластера дополнительно включено 6 серверов и дисковый массив общим объемом 11 Тб

#### 3. Используемые данные и продукция, поступающие из ГСТ и других систем связи:

3.1 По сети ГСТ через программно-аппаратный комплекс UniMAS идёт обмен следующей метеорологической информацией:

а) синоптические данные	-	7467 станции
б) аэрологические данные	-	631 станция
в) климатические данные	-	727 станций (ВМО-368, ГМС-359)
г) данные в кодах GRIB-		14663 сообщений в сутки
д) данные в кодах BUFR-		40698 сообщений в сутки

3.2 Продукция, поступающая по ГСТ из других центров.

ECMWF Reading (анализы и прогнозы основных метеорологических полей: GRIB  
2,5 0.52(55°),

NMC Exeter (анализы и прогнозы метеополей в номенклатуре кода GRIB 2,5<sup>0</sup> x2,5<sup>0</sup> 1.5x1.5°)

ММЦ Москва (анализы и прогнозы метеополей, GRIB 2,5<sup>0</sup>x2,5<sup>0</sup> по территории Сибири и Дальнего Востока).

#### 4. Система прогнозирования

##### 4.1 Временной график и периоды прогноза:

Основными сроками оперативного численного прогноза являются 00 и 12 ВСВ; дополнительные сроки 06 и 18 ВСВ.

- Модель по ограниченной территории COSMO-Ru-Sib13.2 по начальным данным 00 ВСВ и 12 ВСВ : до 78 часов, готовность к 4:30 ВСВ и к 16:30 ВСВ. Счет проводится на основании информации начальных и боковых условий, поступающих из Германской метеослужбы - Deutscher Wetterdienst (DWD) через ftp://nsk.meteorf.ru (перекачка данных – до 25 мин, общая продолжительность счета: до 1 часа на 75 ncpus)

- Глобальная модель ПЛАВ-2008: по начальным данным 00 ВСВ и 12 ВСВ: до 72 часов, готовность к 3:40 и к 15:40 ВСВ., за сроки 06 и 18 ВСВ – до 24 часов, готовность к 10.00 и 22.00 ВСВ.

- Системы приложений: MOS на основе комплексирования доступной выходной продукции численных моделей (UKMO, PLAV, COSMO-Ru13) дополнительные расчеты (индексы пожароопасности): до 72 ч, по начальным данным 00 ВСВ – в период май-октябрь: готовность к 1:10, 3:55 и 5:05 ВСВ-по начальным данным 12 ВСВ круглый год к 17.05.

- Оперативная технология прогноза гроз на базе моделей NCEP и COSMO-RU.Sib до 72 часов, расчеты за 00 и 12 ВСВ, период май-сентябрь.

- В режиме вариант модели COSMO-Ru-Sib 6.6 и COSMO-Ru-Sib 2.2.

- В исследовательском режиме: Модель по ограниченной территории WRF-ARW с шагом сетки 14 км. (экспериментальный режим, 1 раз в сутки, за 12 ВСВ, до 48 часов, перекачка данных – до 25 мин, длительность счета до 5,5 часов на 60 ncpus, начальные данные и боковые условия с ftp://ftpprd.ncep.noaa.gov (USA)

- В исследовательском режиме модель COSMO-ART 13.2

#### 4.3 Краткосрочное прогнозирование (0-72 часа)

##### 4.3.1 Усвоение данных, объективный анализ и инициализация

###### 4.3.1.1 В оперативном режиме:

Система обработки данных наблюдений (сортировка, контроль, размещение в базах данных) и объективного анализа (ОА) на базе программного обеспечения ММЦ Москва (Гидрометцентра России) с обработкой данных в коде BUFR.

##### 4.3.2 Модели краткосрочных ЧПП

###### 4.3.2.1. В оперативном режиме:

- Модель по ограниченной территории COSMO-Ru-Sib13.-(сетка 13,2x13,2 км)- Обновление версий модели производится под контролем ММЦ Москва в соответствии с деятельностью консорциума COSMO (cosmo-model.org). Зона вычислений: 50° – 120° в.д. и 45° – 75° с.ш..

Счет проводится на основании информации начальных и боковых условий Deutscher Wetterdienst (DWD) и дополнительно контролируется ММЦ Москва.

- Глобальная модель ПЛАВ-2008 ( $0.5625^{\circ} \times 0.28^{\circ}$ , 28 уровней по вертикали), реализация контролируется ММЦ Москва и Институтом Вычислительной математики РАН

#### 4.3.2.2. Исследования в данной области

- Адаптация глобальной модели "ПЛАВ-2008", к географическим особенностям Западной Сибири, включение блока усвоения данных температуры и влажности почвы [3].

- Исследования на базе модели по ограниченной территории WRF-ARV (шаг вычислений 14 км).

#### 4.3.3. Оперативно доступная продукция:

- Модель по ограниченной территории COSMO-Ru-Sib13.2:

Значения прогнозов метеорологических характеристик (расширенный набор) в узлах расчетной сетки 13.2 км в коде ГРИБ - приземной температуры, ветра, осадков в текстовых форматах размещается во внутренних базах данных РСМЦ Новосибирск, метеограммы комплекса базовых метеопараметров для прогноза погоды с 1-час дискретностью по 122 пунктам Урало- Сибирского региона в текстовом и графическом видах. Графические файлы: карты осадков, облачности, давления, температуры, приземного ветра и его порывов,  $P_0$ ,  $H500$ ,  $T850$  с дискретностью представления 3 часа (797 штук за каждый срок). Графическая продукция размещается на ftp-сервере <ftp://nsk.meteorf.ru> и на сайте <http://sibnigmi.ru>.

- Глобальная модель ПЛАВ-2008:

Значения на сетке  $2.5 \times 2.5^{\circ}$  прогнозов базовых метеорологических характеристик на стандартных изобарических поверхностях, давления на у.м., осадков и приземной температуры размещаются во внутренних базах данных, ключевая информация в графическом виде (карты) (84 штук за каждый срок) выкладывается на ftp-сервер <ftp://nsk.meteorf.ru> и на сайт <http://sibnigmi.ru>.

#### 4.3.4. Оперативные техники приложений (MOS, KF, экспертные системы и т.д.)

##### 4.3.4.1 В оперативной эксплуатации:

- MOS на основе комплексирования доступной выходной продукции численных моделей (UKMO, PLAV, COSMO-Ru13) дополнительные расчеты (индексы пожароопасности): до 72 ч, по сроку 00 ВСВ – в период май-октябрь: готовность к 1:10, 3:55 и 5:05 ВСВ, по сроку 12 ВСВ круглый год к 17.05. Информация в виде таблиц выкладывается на ftp-сервер <ftp://nsk.meteorf.ru> для пользователей региона.

- Прогноз гроз по Урало-Сибирскому региону до трех суток. Результаты в виде таблиц за сроки 00 и 12 ВСВ выкладывается на ftp-сервер <ftp://nsk.meteorf.ru> для пользователей региона.

- В систему также входят:

- подготовка совмещённых таблиц прогнозов осадков и температуры воздуха на уровне станций по зоне ответственности ФГБУ «Западно-Сибирский УГМС» по доступным технологиям ЧПП (система автоматизированной подготовки прогностических карт за сроки 00h и 12h ВСВ по результатам технологий: COSMO-RU-Sib13.2 (на 72h), PLAV (на 72h), RGNS (на 48h), EGRR (на 120h), WRF за 12 ВСВ (на 48 h)).

- вычисление оценок (ежедневных и попятных) оправдываемости осадков (по количеству) и температуры воздуха на станциях и осреднённых по отдельным территориям ФГБУ «Западно-Сибирский УГМС» с заблаговременностью до 48 часов.

#### 4.3.4.2 Исследования в данной области

В СибНИГМИ подход “CMOS” принят за основу комплексации прогнозов приземной температуры воздуха. В качестве базовых модельных полей служат результаты глобальной модели UKMO (Exeter), полулагранжевой модели Гидрометцентра РФ ПЛАВ (SLAV) и COSMO-RU-SIB13.

В разработке СибНИГМИ алгоритм обработки модельных данных имеет два последовательных шага: статистическая интерпретация результатов каждого вида ЧПП и последующая комплексация ее результатов.

Прогноз гроз построен на методике распознавания образов в виде бинарного дерева решений. Решения получены для кластеров с разным радиусом с целью регулирования их устойчивости, связанной с вероятностью явления.

### **4.5. Специализированные численные прогнозы**

#### 4.5.3. Доступные продукты:

Индексы пожароопасности - в теплый период – ежедневно, до 72 ч, рассылаются по согласованному списку пользователей и в прогностические центры региона.

Прогноз гроз - в теплый период – ежедневно, до 72 часов, в виде таблиц за сроки 00 и 12 ВСВ выкладывается на ftp-сервер <ftp://nsk.meteorf.ru> для пользователей региона.

### **6. Планы на будущие 2 года (2018-2020)**

- подготовить к оперативной эксплуатации версии COSMO-Ru-Sib06.6 и COSMO-RU-Sib02.2;
- внедрить в оперативную технологию вариационного анализа Гидрометцентра России для усовершенствованной модели ПЛАВ 2008;
- продолжить тестирование глобальной системы 3D-Var усвоения данных ММЦ Москва (М.Д. Цырульников и др., (ссылки см в отчете ММЦ Москва); выполнить оперативную реализацию системы:
  - продолжить тестирование и выполнить внедрение глобальной модели "ПЛАВ-2008", адаптированной к территории ответственности РСМЦ Новосибирск с блоком усвоения данных температуры и влажности почвы;
  - продолжить проведение экспериментов с моделью WRF – POLAR;
  - установить модель климатической системы ИВМ РАН CM5.0 для исследования изменчивости климата Сибири;
  - ввести версию технологии COSMO-Ru с системой усвоения Nudging и с включенной параметризацией эволюции температуры внутренних водоемов.

### **7. Consortium (if appropriate)**

Сотрудничество с ММЦ Москва в рамках членства Росгидромета в Консорциуме COSMO. (Подробнее – в отчете ММЦ Москва)

### **8. References**

1. Antokhina O.Yu., P.N. Antokhin, Yu.V. Martynova and V.I. Mordvinov The impact of atmospheric blocking on spatial distributions of summertime precipitation over Eurasia // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 48 (2016) 012035 doi:10.1088/1755-1315/48/1/012035
2. Denis V. Simonenkov, Vladimir F. Raputa, Tatyana V. Yaroslavtseva and Boris D. Belan Experimental and numerical study of gas-to-particle conversion in an emission plume from mining and metallurgical industry based on airborne sounding in a polar atmosphere // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Vol 48, International Conference and Early Career Scientists School on Environmental Observations, Modelling and Information Systems (ENVIROMIS-2016), 11–16 July 2016, Tomsk, Russian Federation; doi:10.1088/1755-1315/48/1/012023
3. Gordov E.P.;V.N. Krupchatnikov ;I.G. Okladnikov and A.Z. Fazliev " Thematic virtual research environment for analysis, evaluation and prediction of global climate change impacts on the regional environment ", Proc. SPIE10035, 22nd International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics, 100356J (November 29, 2016); oi:10.1117/12.2249118; <http://dx.doi.org/10.1117/12.2249118> SPIE Digital Library
4. Kharyutkina Elena, Sergey Loginov, Yuliya Martynova Spatio-temporal Variability of Heat Balance Components and CO2 Radiation Forcing for the Territory of West Siberia // International Radiation Symposium IRS2016, Auckland, New Zealand, 16-22 April 2016.
5. Kolker A, M. Jokesch, U. Thomas An Optical Tactile Sensor for Measuring Force Values and Directions for Several Soft and Rigid Contacts (Оптический тактильный сенсор для измерения вектора и направления силы для прецизионного и надежного захвата) //Proceedings of 47th International Symposium on Robotics in the era of digitalisation June, 21-22, 2016, Munich, Germany - ISBN 978-3-8007-4231-8 p 63-68 (Сборник статей 47 международного симпозиума по робототехнике Германия, Мюнхен, 2016 с 63-68) .
6. Kurgansky M.V., V.N. Krupchatnikov Research in Dynamic Meteorology in Russia in 2011–2014//Izvestiya AN. Fizika Atmosfery I Okeana, 2016, Vol. 52, No. 2, pp. 132–149.
7. Lezhenin, A.A., Yaroslavtseva, T.V., Raputa, V.F. Calculation of wind profiles using satellite imagery of smoke plumes // Proc. SPIE 10035, 22nd International Symposium Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics, 100355T (November 29, 2016); doi:10.1117/12.2248713
8. Martynova Yuliya and Vladimir Krupchatnikov Anomalies of Siberian High Intensity and Their Precursors in Climatic Models Output // Geophysical Research Abstracts. Vol. 18, EGU2016-1601-3, 2016. EGU General Assembly. Vienna, Austria. 17 – 22 April 2016.

9. Martynova Yuliya, Vladimir Krupchatnikov and Elena Kharyutkina Siberian High Anomalies and Their Precursors // EMS Annual Meeting Abstracts Vol. 13, EMS2016-14, 16th EMS / 11th ECAC, 12-16 September, 2016, Trieste, Italy.
10. Romanov L.N. ON GLOBAL WEATHER MODELING (Empiric approach). Science of Europe 2016. Vol. 1, No 4(4)/ P.92-99.
11. Zdereva M., Khluchina N., Voronina L. Results of statistical correction of air temperature forecasts for Siberian territory based on the COSMO-Ru\_Sib model. COSMO / CLM / ART User Seminar 2016. Book of Abstracts. Offenbach, March 7 – 9, 2016, p.53
12. Антохина О.Ю., Антохин П.Н., Мартынова Ю.В. Влияние атмосферного блокирования на пространственное распределение атмосферных осадков над евразией в летний период (The impact of atmospheric blocking on the spatial distribution of atmospheric precipitation over eurasia in summertime) // Международная конференция по измерениям, моделированию и информационным системам для изучения окружающей среды «ENVIROMIS-2016», г. Томск, Россия, 11 – 16 июля, 2016 г., Р. 368-370.
13. Здерева М.Я., В.М.Токарев. Авторские испытания компьютерной системы прогнозирования гроз на территории Урало-Сибирского региона. // Аэрозоли Сибири: тезисы доклада XXIII Рабочей группы. Томск ИОА СО РАН, 29 ноября - 02 декабря 2016. С.79
14. Леженин А.А., Ярославцева Т.В., Рапуга В.Ф. Восстановление профилей ветра по спутниковым снимкам дымовых шлейфов // Оптика атмосферы и океана. Физика атмосферы: Тезисы докладов XXII Международного симпозиума. Томск: ИОА СО РАН, 2016. С. 143.
15. Мартынова Ю.В. Сибирский антициклон и Арктическое колебание в условиях глобальных климатических изменений (The Siberian High and AO under the global climate change) // Тезисы докладов Международной школы-конференции молодых ученых «Климат и эколого-географические проблемы Российской Арктики», 4 - 10 сентября, 2016 Апатиты, Россия. – С. 63.
16. Мартынова Ю.В., Крупчатников В.Н., Харюткина Е.В., Логинов С.В. Поведение сибирского антициклона на фоне экстремального увеличения и последующего снижения антропогенной нагрузки (Siberian high behavior against a background of extremely increase and following decrease anthropogenic load) // Международная конференция по измерениям, моделированию и информационным системам для изучения окружающей среды «ENVIROMIS-2016», г. Томск, Россия, 11 – 16 июля, 2016 г., Р. 60-62.
17. Харюткина Е.В., Мартынова Ю.В., Логинов С.В. Особенности характеристик атмосферной циркуляции в зонах бароклинности северного полушария (Atmospheric

circulation features in the baroclinity zones of the northern hemisphere) // Международная конференция по измерениям, моделированию и информационным системам для изучения окружающей среды «ENVIROMIS-2016», г. Томск, Россия, 11 – 16 июля, 2016 г., Р. 66-67.

18. Харюткина Е.В., С.В. Логинов, Ю.В. Мартынова Изменчивость атмосферной циркуляции в условиях происходящих климатических изменений в Западной Сибири в конце XX в. и начале XXI в. // Метеорология и гидрология. 2016, № 6, С. 82 – 86.

19. Худякова Т.А., Мартынова Ю.В. Исследование качества воспроизведения интенсивности сибирского антициклона по данным различных реанализов (Research of the quality of representation of the siberian high intensity in reanalysis data) // Международная конференция по измерениям, моделированию и информационным системам для изучения окружающей среды «ENVIROMIS-2016», г. Томск, Россия, 11 – 16 июля, 2016 г., Р. 67-71.