

Обзор качества данных прогностической модели GME/ICON для начальной заблаговременности по территории России за 2012-2022 гг.

¹ ФГБУ «Гидрометцентр России», ² МГУ им. М.В. Ломоносова

Введение

Прогностические данные глобальной модели ICON (GME до 2015 года) немецкой службы погоды (DWD) используются в Росгидромете в качестве входных данных в системе краткосрочного прогноза погоды COSMO-Ru.

Для понимания стартовых условий регионального прогноза был проведен анализ качества начальных данных, то есть нулевой заблаговременности прогностических данных глобальной модели. В работе показаны значения ошибок в начальных данных по результатам верификации за период 2012-2022 гг. В полученных оценках выявлены закономерности для разных метеоэлементов, регионов, сроков инициализации. Обозначены тренды, которые наблюдались 10-летний период.

Методология

Для верификации использовались данные наблюдений с метеорологических (в коде SYNOP) и аэрологических станций (код TEMP) и модельные данные GME/ICON, интерполированные на сетку COSMO. Проверка показала, что ошибка интерполяции в таком случае незначительна для полей температуры, точки росы, приземного давления, скорости ветра на равнинных участках. Таким образом для анализа данных за 10-летний период использовались следующие конфигурации: в 2012-2013 годах COSMO-07ETR, в 2014-2020 - COSMO-13ENA, и 2021-2022 COSMO-06ENA.

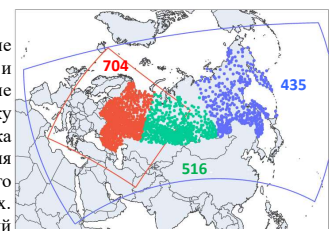


Рисунок 1 Выборки станций для верификации. Домен COSMO-RuENA и COSMO-Ru07ETR

Верификация

Таблица 1 Среднеквадратическая ошибка (RMSE) для станций выборки ETR для срока 00 UTC

RMSE	Приземная температура		Точка росы		Облачность		Скорость ветра		Порывы ветра		Давление на уровне моря	
	Зима	Лето	Зима	Лето	Зима	Лето	Зима	Лето	Зима	Лето	Зима	Лето
2012	3.3	2.8	3.6	2.7	46.4	44.5	1.7	1.9	3.7	4.3	0.87	0.63
2013	3.2	3.1	3.6	3.3	39.5	44.7	1.7	1.9	3.4	3.3	0.72	0.59
2014	2.7	3.1	2.8	3.4	35.2	47.1	1.8	1.9	3.5	3.4	0.76	0.70
2015	2.7	2.8	2.5	3.0	37.2	45.3	1.5	1.5	3.3	3.0	0.77	0.58
2016	2.2	2.5	2.2	2.6	37.0	44.5	1.8	1.3	3.3	3.3	0.68	0.57
2017	2.2	1.9	2.2	1.8	34.7	43.4	1.8	1.3	3.5	3.9	0.76	0.60
2018	2.2	2.1	2.2	1.9	33.6	44.3	1.9	1.5	3.8	3.2	0.74	0.57
2019	2.2	1.9	2.2	1.9	32.5	42.3	1.9	1.6	4.1	3.2	0.76	0.57
2020	1.8	1.9	1.8	1.8	32.6	43.1	2.1	1.4	4.4	3.5	0.74	0.66
2021	2.2	1.9	2.4	1.7	35.2	43.0	1.8	1.3	3.6	3.4	0.78	0.65
2022	2.0	1.7	2.0	1.5	33.4	38.9	1.8	1.4	5.4	4.0	0.75	0.61
2023	1.8	-	1.7	-	33.1	-	2.2	-	5.4	-	0.71	-

Таблица 2 Средняя ошибка (BIAS) для станций выборки ETR для срока 00 UTC

BIAS	Приземная температура		Точка росы		Облачность, %		Скорость ветра		Порывы ветра		Давление на уровне моря	
	Зима	Лето	Зима	Лето	Зима	Лето	Зима	Лето	Зима	Лето	Зима	Лето
2012	-0.1	1.6	-1.1	1.8	22.3	20.4	0.9	1.3	0.7	1.2	-0.25	-0.09
2013	-0.6	2.1	-1.4	2.4	14.1	19.3	0.9	1.3	0.8	1.4	-0.06	-0.14
2014	-0.5	2.0	-1.0	2.5	9.1	22.8	0.9	1.3	1.1	1.3	-0.08	0.08
2015	-0.6	1.9	-0.5	2.2	11.0	21.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.11	0.19
2016	-0.2	1.6	0.0	2.0	13.5	22.4	1.0	0.6	1.0	-0.4	0.06	-0.06
2017	-0.4	0.8	-0.2	0.9	10.4	19.6	1.0	0.5	1.3	-0.6	0.09	0.05
2018	-0.1	0.8	0.0	0.7	10.8	21.5	1.1	0.8	2.0	-0.5	0.03	0.05
2019	-0.2	0.8	0.0	0.8	11.0	19.4	1.1	0.8	2.0	0.5	0.05	0.00
2020	-0.3	0.6	-0.2	0.6	9.3	21.2	1.3	0.7	2.6	0.9	0.11	0.07
2021	-0.1	0.4	0.1	0.5	12.6	20.7	1.1	0.5	1.6	0.0	0.07	0.05
2022	-0.3	0.4	-0.1	0.2	11.7	16.8	1.0	0.6	3.2	1.0	0.23	-0.05
2023	-0.1	-	0.0	-	7.6	-	1.3	-	3.9	-	-0.01	-

Начальные данные GME/ICON по температуре имеют следующие особенности:

- Перегрев летом и недостаточный разогрев зимой;
- Уменьшение RMSE для зимы и лета после 2015 года, особенно резко выраженное для сроков 0 и 18 ч;
- Летом различия между сроками максимальны и на протяжении 10 лет на территории ETR всегда наилучшим оказывался срок 00. Зимой различия между сроками незначительные;
- Начальные данные по температуре точки росы имеют динамику идентичную данным о температуре.

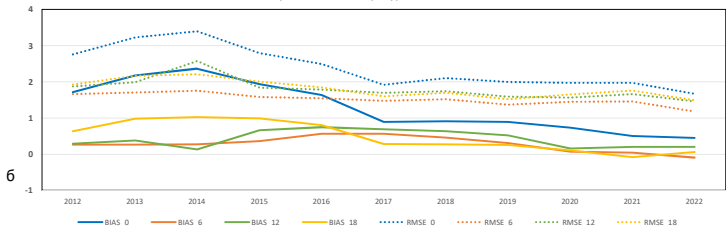
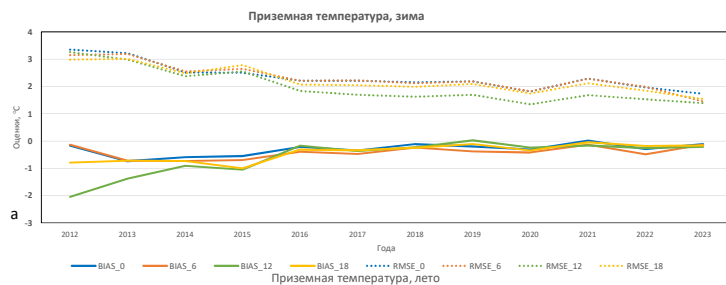


Рисунок 2 Графики оценок поля приземной температуры из начальных данных GME/ICON за 4 разных срока для станций ETR за период 2012-2022 гг. За зимний (а) и летний (б) периоды.

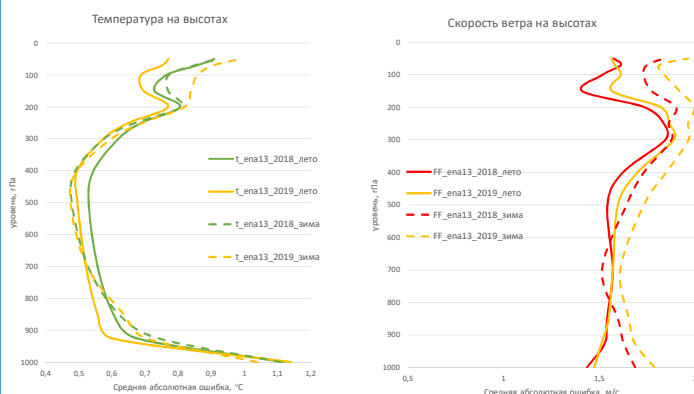


Рисунок 3 Графики ошибок температуры и скорости ветра на высотах по начальным данным ICON за период 2018-2019 гг.

Давление на уровне моря, лето

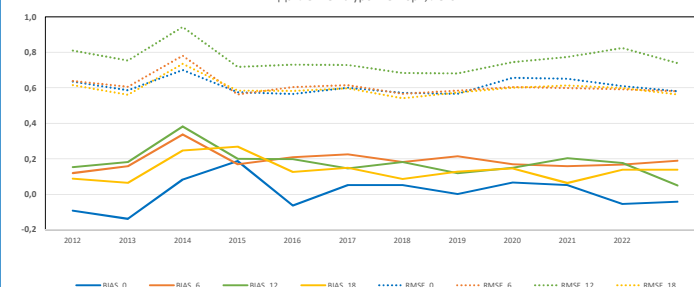


Рисунок 4 Графики ошибок давления на уровне моря по начальным данным GME/ICON за период 2012-2022 гг.

Выводы

Верификация начальных данных глобальной модели GME/ICON показала следующее:

- За 10 лет заметно уменьшились ошибки в поле приземной температуры, точки росы, приземного давления, немного улучшились начальные данные о суммарном балле облачности зимой. Характеристики ветра летом, давления на уровне моря, летней облачности существенно не улучшились.
- Существенные изменения произошли в 2015-2016 годах. В этот период в DWD начали использовать модель ICON и новую гибридную систему усвоения данных EDA. В результате ср. кв. ошибка начального поля приземной температуры уменьшилась на 1.5° зимой и на 1.1° летом.
- Ошибки варьируют в зависимости от времени суток инициализации для полей температуры, влажности, то есть имеют суточную амплитуду. Срок 00UTC по оценкам никогда не бывает лучшим. Зачастую у него самые низкие оценки.
- Ошибки отличаются по сезонам года. Зимой отклонения, как правило, больше.
- Ошибки варьируют по территориям. В горных регионах и на побережье (ЮФО) оценки хуже, чем для равнин территорий вдали от сложной береговой линии. Из 3 крупных регионов, наилучшие оценки у ETR, хуже для СибФО и хуже всех для ДВФО.
- Поле снежного покрова порой пропадает в начальных данных для некоторых территорий.

Литература

1. Majewski D., Liermann D., Prohl P., Ritter B., Buchhold M., Hanisch T., Paul G., Wergen W., 2002: The operational global icosahedral-hexagonal gridpoint model GME: Description and high-resolution tests. Mon. Wea. Rev. – 2002. – 130. – P.319–338.
2. Zängl, G., D. Reinert, P. Ripodas, and M. Baldauf. The ICON (ICOsahedral Non-hydrostatic) modelling framework of DWD and MPI-M: Description of the non-hydrostatic dynamical core. // Q. J. R. Meteorol. Soc. – 2015. №141. – P. 563–579.
3. Ривин Г. С., Розинкина И. А., Астахова Е. Д. [и др.] Система краткосрочного численного прогноза высокой детализации COSMO-Ru, ее развитие и приложения // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. – 2019. – № 4(374). – С. 37–53. – EDN NTQCSD.
4. Potthast R., Walter A., Rhodin A. 2019. A Localized Adaptive Particle Filter (LAPF) within an operational NWP framework. Mon. Wea. Rev. 147:345-362, doi:0.1175/MWR-D-18-0028.1.
5. Сайт с прогнозами немецкой службы погоды <https://opendata.dwd.de/weather/>
6. www.cosmo-model.org – сайт консорциума COSMO