

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРОГНОЗА ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СИНОПТИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ ПО ДАННЫМ МОДЕЛЕЙ ЧИСЛЕННОГО ПРОГНОЗА ПОГОДЫ РАЗЛИЧНОГО МАСШТАБА

Костарев С.В.¹, Русин И.Н.¹

¹ – Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия,
attilachucy@gmail.com

Аннотация. Рассматриваются результаты исследования качества прогноза приземной температуры в летний период для территории Пермского края по моделям GFS и WRF-ARW. Выявлено улучшение качества прогнозов для различных частей циклонов и ухудшение - для малоградиентных полей давления, а также для периферий и центров антициклонов.

Ключевые слова: численный прогноз погоды, оценка качества прогноза, синоптическая ситуация.

Практическую значимость для оперативного прогнозирования представляет оценка качества воспроизведения полей метеовеличин глобальными и мезомасштабными моделями численного прогноза погоды (ЧПП) в зависимости от наблюдаемых синоптических ситуаций. В настоящее время для территории РФ выполнено небольшое число исследований по данной теме, которые, как правило, представляют собой анализ одного или нескольких случаев, чаще всего при возникновении опасных или неблагоприятных метеорологических явлений [2].

Цель работы - оценка качества прогнозов приземной температуры воздуха для территории Пермского края в летний период по моделям ЧПП GFS (NCEP, США) и WRF-ARW (NCAR, США) в зависимости от типа синоптической ситуации и по всей выборке случаев (комплексно).

Гидродинамическая модель GFS (с горизонтальным разрешением $0,5^\circ$) - глобальная, спектральная, с полушарной схемой интегрирования по времени и редуцированной широтно-долготной сеткой. Модель WRF-ARW (версия 3.8.1) - мезомасштабная гидродинамическая модель атмосферы, созданная с целью оперативного прогнозирования и решения исследовательских задач. Программный комплекс модели реализован на многопроцессорном вычислительном комплексе (МБК) с гибридной архитектурой «ПГНИУ-Кеплер». Инициализация модели WRF-ARW производилась с использованием результатов объективного анализа и прогноза GFS. Расчетная область составляла 278×278 узлов с горизонтальным разрешением 7200 м и центром в г. Пермь.

Для анализа использовались ежедневные прогнозы обеих моделей от 00 ч ВСВ на срок до 24 ч с временным шагом 3 ч в период от 01.07.2017 до 31.07.2017 г. Для сопоставления прогностических и фактических значений приземной температуры воздуха привлекались данные 23 метеостанций Пермского края. В процессе оценивания использовались следующие метрики: δ - средняя абсолютная ошибка, σ - среднеквадратическая ошибка, δ' - средняя систематическая ошибка прогноза, ε - средняя относительная ошибка прогноза. Обработка выходной продукции моделей с целью получения прогностических значений приземной температуры в точках расположения метеостанций включала в себя присвоение значений из ближайшего узла расчетной сетки (для WRF-ARW), а также билинейную интерполяцию значений из узлов сетки (для GFS). Процедуры были реализованы на языке Python.

Таблица 1 – Обобщенные характеристики качества прогноза температуры по моделям GFS и WRF-ARW

Модель ЧПП	$\delta, ^\circ$	$\sigma, ^\circ$	$\delta', ^\circ$	ε
GFS	1,5	2,0	-0,2	0,69
WRF-ARW	1,8	2,3	-1,1	0,83

Результаты комплексного оценивания (табл. 1) позволяют сделать выводы о лучшем качестве прогнозов и целесообразности применения глобальной модели GFS для прогноза приземной температуры в летний период. Прогнозы модели GFS характеризуются меньшими значениями средней абсолютной и среднеквадратической ошибки, а также большей степенью значимости по сравнению с инерционным прогнозом температуры. Обе модели занижают приземную температуру, но особенно велико систематическое занижение температуры моделью WRF-ARW (в среднем на $1,1^\circ$ за весь период исследования). Таким образом, применение мезомасштабной модели WRF-ARW, требующей значительных вычислительных ресурсов, для прогноза приземной температуры воздуха летом представляется нецелесообразным. Установлено, что основные характеристики качества прогноза приземной температуры по моделям GFS и WRF-ARW в Пермском крае в летний период находятся в удовлетворительном соответствии с оценками, полученными ранее для ЕТР [1].

Таблица 2 – Характеристики качества прогноза температуры по моделям GFS и WRF-ARW в зависимости от синоптической ситуации

Тип синоптической ситуации	$\delta, ^\circ$		$\delta', ^\circ$	
	День	Ночь	День	Ночь
	GFS/WRF	GFS/WRF	GFS/WRF	GFS/WRF
Центр циклона в сочетании с фронтом окклюзии	1,2/1,5	1,4/1,6	-0,3/-1,0	-1,0/-1,3
Передняя часть циклона в сочетании с теплым фронтом	1,7/1,6	1,5/1,7	0,8/-0,7	-0,2/-0,4
Теплый сектор циклона	1,3/1,8	1,6/1,7	0,2/-1,1	-0,8/-0,7
Тыл циклона в сочетании с холодным фронтом	1,6/1,7	1,5/2,0	0,5/-0,6	-1,2/-1,7
Малоградиентное поле пониженного давления	1,4/1,9	2,0/1,9	0,5/-1,6	-1,7/-1,5
Центр антициклона	1,6/2,3	1,8/1,8	-0,1/-1,6	-1,0/-1,1
Восточная/южная периферия антициклона	1,5/2,1	2,0/2,6	0,3/-1,4	-1,4/-2,1
Северная/западная периферия антициклона	1,5/1,7	1,9/1,9	0,3/-0,8	-1,1/-1,2
Малоградиентное поле повышенного давления	1,3/1,9	1,5/1,9	0,3/-1,2	0,3/0,2

Обнаружена зависимость качества прогноза приземной температуры (табл. 2) по моделям GFS и WRF-ARW от синоптической ситуации. Для обеих моделей в летний период более успешны прогнозы температуры для различных частей циклонов (за исключением тыловой части), менее успешны - для малоградиентных полей давления, а также для периферий и центров антициклонов. В целом более успешными являются прогнозы температуры на дневные сроки (03, 06, 09, 12, 15 ВСВ), чем на ночные сроки (18, 21, 00 ВСВ). Отмечено существенное занижение (на $1,2...2,1^\circ$) прогностической температуры в ночные часы в тылу циклонов и в холодных частях антициклонов (восточная и южная периферия). В описанных ситуациях более выражено занижение температуры по модели WRF-ARW, чем по GFS. Полученные результаты дают почву для продолжения исследований с целью выявления механизмов возникновения данной систематической ошибки.

Литература

1. Багров А.Н. (2011). Сравнительная оценка успешности прогнозов элементов погоды ряда отечественных и зарубежных моделей атмосферы различного масштаба (в период с 1 мая по 30 сентября 2010 г.) // Результаты испытания новых и усовершенствованных технологий, моделей и методов гидрометеорологических прогнозов. № 38. С. 14–27.
2. Пищальникова Е.В., Калинин Н.А., Шихов А.Н., Связов Е.М., Ветров А.Л. (2017). Зависимость успешности численного прогноза обильных снегопадов по модели WRF от синоптической ситуации. / В сб.: Современные проблемы географии и геологии к 100-летию открытия естественного отделения в Томском государственном университете: материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. С. 315–318.

THE ASSESSMENT OF THE QUALITY OF 2-METER AIR TEMPERATURE FORECASTS FROM NWP MODELS WITH VARIOUS SPATIAL RESOLUTION IN ACCORDANCE WITH SYNOPTIC SITUATION**Kostarev S.V.¹, Rusin I.N.¹**¹ – *Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia, attilachucy@gmail.com*

Abstract. The research is devoted to the assessment of the quality of 2-meter air temperature forecasts from GFS and WRF-ARW numerical weather prediction (NWP) models during the summer season in Perm region. The improvement of quality is observed for both NWP models in different parts of cyclones while the decline in quality is noted in low-gradient pressure fields as well as peripheries and central parts of anticyclones.

Key words: numerical weather prediction, forecast quality assessment, synoptic situation.