

УСПЕШНОСТЬ ПРОГНОЗА СИЛЬНЫХ ОСАДКОВ В КРАСНОДАРСКОМ И СТАВРОПОЛЬСКОМ КРАЯХ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД 2013 ГОДА ПО МОДЕЛИ WRF-ARV

Л.В. Беркович, Ю.В. Ткачева

*Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации
berkovich@mecom.ru*

Прогноз сильных (от 15 до 50 мм/12ч) и осень сильных (более 50 мм/12ч) осадков является очень важной и актуальной проблемой прогноза метеорологических величин в пунктах, которая до сих пор не решена. Прогноз таких осадков является особенно значимым в прогностической практике, так как эти явления (особенно очень сильные осадки) являются достаточно редкими явлениями, наносящими большой материальный ущерб. Существующие в настоящее время методы их прогноза на основе гидродинамических и статистических методов прогнозирования, на наш взгляд, являются единственно возможными.

В [1] этой проблеме уделяется значительное внимание. Особый интерес с этой точки зрения представляет статья А.Н. Багрова о сравнительной оценке различных методик прогноза сильных осадков в летние периоды 2012 и 2013 гг. На основе полученных результатов автором делается вывод, что численные модели пока плохо прогнозируют сильные и очень сильные летние осадки даже с небольшой заблаговременностью. Гипотетический вывод автора состоит в необходимости перехода к малому пространственному шагу 1–2 км по горизонтали в мезомоделях атмосферы.

Однако реализация таких расчетов за период нескольких месяцев для получения статистических достоверных результатов требует больших вычислительных ресурсов и, как следствие, длительного периода проведения вычислений. Для расчетов по значительной территории готовность результатов для использования в оперативной работе становится проблематичной.

Опыт нашей работы с моделью WRF-ARV показал, что даже использование горизонтального разрешения 10–20 км, 40 уровней по вертикали и набора физических параметризаций позволяет получать (наряду с прогнозом стандартного набора метеовеличин) удовлетворительные результаты прогноза осадков различной интенсивности. Проведенные эксперименты подсказали, что для улучшения точности прогноза осадков необходимо обеспечить оптимальное сочетание набора физических параметризаций с используемым пространственным разрешением в модели.

В результате этих экспериментов окончательный вариант используемой модели WRF ARW имел следующие характеристики.

Разрешение по горизонтали – 20 км.

40 уровней по вертикали:

1.000, 0.998, 0.995, 0.990, 0.985, 0.980, 0.975, 0.965, 0.955, 0.940, 0.925, 0.910, 0.895, 0.875, 0.855, 0.835, 0.810, 0.785, 0.755, 0.725, 0.695, 0.660, 0.625, 0.590, 0.540, 0.485, 0.425, 0.360, 0.300, 0.250, 0.200, 0.160, 0.125, 0.100, 0.075, 0.050, 0.035, 0.025, 0.015, 0.010, 0.000

Микрофизика: WSM5. Радиационные схемы: RRTMG (для длинноволновой и коротковолновой радиации). Пограничный слой: YSU (Йонсей университет). Схема конвекции: KF (схема Kain-Fritsch).

Для проведения экспериментов была выбрана территория Краснодарского и Ставропольского краев (все синоптические станции этой территории), поскольку в летний период в этих областях Европейской территории России, особенно в предгорных районах, число дней с сильными и иногда очень сильными осадками достаточно велико. Прогноз осуществляется на текущий день, т.е. на период с 06 и до 18 ч по исходному синоптическому сроку 00 ч ВСВ. Оценка прогнозов осадков проводилась для синоптических станций только для дней с фактическими или прогностическими осадками ≥ 15 мм/12ч.

В табл. 1–6 приведены результаты прогнозов сильных осадков за пять летних месяцев 2013 г.

Таблица 1

Прогноз сильных осадков в мае 2013 г.

Пункт	Дата	Дневные осадки (мм/12ч)	
		фактические	прогностические
Усть-Лабинск	13.05.2013	15,0	13,6
Кисловодск	13.05.2013	22,0	16,7
Лабинск	14.05.2013	36,0	15,6
Кисловодск	14.05.2013	31,0	15,5
Ставрополь	16.05.2013	34,0	14,7
Тихорецк	17.05.2013	16,0	13,4
Анапа	18.05.2013	27,0	19,8
Кисловодск	25.05.2013	48,0	15,5
Кисловодск	26.05.2013	34,0	18,6
Шатжатмаз	26.05.2013	24,0	13,7
Кисловодск	28.05.2013	2,0	15,1
Общее число случаев – 11 Число оправдавшихся прогнозов – 6 Число неоправдавшихся прогнозов – 5 Число случаев «пропуск цели» – 4 Число «ложных тревог» – 1			

Прогноз сильных осадков в июне 2013 г.

Пункт	Дата	Дневные осадки (мм/12ч)	
		фактические	прогностические
Тихорецк	01.06.2013	18,0	7,2
Анапа	03.06.2013	39,0	48,2
Крымск	03.06.2013	18,0	19,7
Геленджик	03.06.2013	18,0	15,2
Новороссийск	03.06.2013	22,0	16,7
Джубга	03.06.2013	20,0	15,6
Отрадная	03.06.2013	18,0	15,7
Сочи	03.06.2013	7,0	15,2
Тихорецк	04.06.2013	4,0	16,5
Краснодар	04.06.2013	27,0	25,3
Усть-Лабинск	04.06.2013	19,0	15,8
Геленджик	04.06.2013	21,0	15,7
Джубга	04.06.2013	22,0	38,2
Горячий ключ	04.06.2013	41,0	23,8
Туапсе	04.06.2013	40,0	46,9
Адлер	04.06.2013	28,0	19,3
Кропоткин	06.06.2013	36,0	17,2
Буденновск	06.06.2013	19,0	14,8
Тихорецк	07.06.2013	45,0	20,7
Отрадная	07.06.2013	15,0	10,4
Черкесск	07.06.2013	22,0	14,6
Минеральные воды	07.06.2013	25,0	15,6
Анапа	08.06.2013	31,0	21,5
Горный	08.06.2013	25,0	19,0
Лабинск	08.06.2013	24,0	15,3
Темрюк	15.06.2013	43,0	15,1
Кисловодск	17.06.2013	38,0	18,0
Усть-Лабинск	18.06.2013	19,0	18,4
Красная Поляна	18.06.2013	9,0	16,9
Красная Поляна	19.06.2013	21,0	17,1
Туапсе	22.06.2013	45,0	17,4
Майкоп	22.06.2013	47,0	19,9
Кропоткин	22.06.2013	14,0	34,1
Красная Поляна	28.06.2013	0,0	15,0
Общее число случаев – 34 Число оправдавшихся прогнозов– 25 Число неоправдавшихся прогнозов – 9 Число случаев «пропуск цели» – 4 Число «ложных тревог»– 5			

Прогноз сильных осадков в июле 2013 г.

Пункт	Дата	Дневные осадки (мм/12ч)	
		фактические	прогностические
Майкоп	01.07.2013	21,0	17,5
Армавир	01.07.2013	15,0	10,7
Красная Поляна	01.07.2013	17,0	15,3
Темрюк	02.07.2013	38,0	11,6
Анапа	02.07.2013	36,0	17,1
Туапсе	02.07.2013	14,0	29,6
Буденновск	02.07.2013	18,0	17,8
Кочубей	02.07.2013	24,0	19,9
Сочи	02.07.2013	45,0	31,2
Адлер	02.07.2013	28,0	28,8
Краснодар	03.07.2013	12,0	15,5
Анапа	03.07.2013	17,0	16,1
Туапсе	03.07.2013	0,0	15,6
Майкоп	03.07.2013	44,0	17,7
Псебай	03.07.2013	27,0	13,1
Горячий ключ	04.07.2013	28,0	17,3
Шатжатмаз	10.07.2013	18,0	12,6
Псебай	11.07.2013	18,0	14,5
Красная Поляна	12.07.2013	3,0	15,0
Горный	14.07.2013	20,0	15,5
Армавир	16.07.2013	31,0	19,4
Псебай	18.07.2013	19,0	16,5
Черкесск	19.07.2013	30,0	15,5
Минеральные воды	19.07.2013	32,0	15,7
Шатжатмаз	19.07.2013	19,0	15,4
Темрюк	24.07.2013	40,0	26,6
Джубга	26.07.2013	0,0	15,1
Краснодар	29.07.2013	17,0	14,2
Краснодар	30.07.2013	24,0	15,5
Геленджик	30.07.2013	31,0	16,4
Новороссийск	30.07.2013	15,0	11,1
Джубга	30.07.2013	30,0	19,2
Туапсе	30.07.2013	6,0	18,6
Лабинск	30.07.2013	16,0	15,3
Армавир	30.07.2013	16,0	15,2
<p>Общее число случаев – 35 Число оправдавшихся прогнозов – 22 Число неоправдавшихся прогнозов – 13 Число случаев «пропуск цели» – 7 Число «ложных тревог» – 6</p>			

Таблица 4

Прогноз сильных осадков в августе 2013 г.

Пункт	Дата	Дневные осадки (мм/12ч)	
		фактические	прогностические
Усть-Лабинск	01.08.2013	17,0	8,5
Новороссийск	01.08.2013	30,0	17,2
Краснодар	03.08.2013	26,0	30,2
Усть-Лабинск	03.08.2013	47,0	21,3
Джубга	03.08.2013	15,0	30,9
Кисловодск	03.08.2013	41,0	13,8
Черкесск	04.08.2013	23,0	11,7
Красная Поляна	04.08.2013	30,0	15,3
Кисловодск	04.08.2013	18,0	12,4
Ставрополь	05.08.2013	1,0	15,7
Армавир	05.08.2013	35,0	18,4
Невинномысск	05.08.2013	44,0	18,9
Кисловодск	08.08.2013	15,0	9,3
Шатгатмаз	16.08.2013	34,0	17,2
Псебай	24.08.2013	10,0	15,1
Сочи	24.08.2013	20,0	15,7
<p>Общее число случаев – 16 Число оправдавшихся прогнозов – 9 Число неоправдавшихся прогнозов – 7 Число случаев «пропуск цели» – 5 Число «ложных тревог» – 2</p>			

Таблица 5

Прогноз сильных осадков в сентябре 2013 г.

Пункт	Дата	Дневные осадки (мм/12ч)	
		фактические	прогностические
Кисловодск	01.09.2013	15,0	13,6
Джубга	04.09.2013	18,0	21,0
Туапсе	04.09.2013	21,0	46,4
Майкоп	04.09.2013	22,0	22,4
Курганинск	04.09.2013	8,0	15,9
Лабинск	04.09.2013	6,0	15,6
Красная Поляна	04.09.2013	47,0	16,7
Темрюк	05.09.2013	14,0	18,3
Анапа	05.09.2013	12,0	16,6
Туапсе	05.09.2013	6,0	18,6
Сочи	05.09.2013	22,0	28,2
Красная Поляна	05.09.2013	24,0	15,8
Адлер	05.09.2013	21,0	27,6
Горный	06.09.2013	23,0	15,6
Туапсе	06.09.2013	44,0	20,1
Курганинск	06.09.2013	15,0	10,8
Адлер	06.09.2013	7,0	17,9
Джубга	07.09.2013	19,0	7,8
Горный	07.09.2013	25,0	21,7
Туапсе	07.09.2013	17,0	28,5
Сочи	07.09.2013	18,0	28,5
Адлер	07.09.2013	12,0	21,1

Армавир	15.09.2013	17,0	16,5
Горный	16.09.2013	16,0	14,1
Сочи	18.09.2013	31,0	18,0
Горный	19.09.2013	17,0	15,8
Лабинск	20.09.2013	16,0	12,6
Туапсе	23.09.2013	17,0	16,9
Сочи	23.09.2013	22,0	19,5
Адлер	23.09.2013	24,0	17,7
Кропоткин	24.09.2013	18,0	15,1
Геленджик	24.09.2013	30,0	16,2
Новороссийск	24.09.2013	17,0	9,7
Джубга	24.09.2013	44,0	27,1
Горячий ключ	24.09.2013	31,0	18,4
Туапсе	24.09.2013	39,0	44,8
Майкоп	24.09.2013	46,0	40,1
Курганинск	24.09.2013	40,0	30,6
Лабинск	24.09.2013	32,0	41,5
Армавир	24.09.2013	29,0	21,3
Черкесск	24.09.2013	1,0	16,2
Кочубей	24.09.2013	25,0	16,3
Усть-Лабинск	25.09.2013	15,0	8,8
Анапа	25.09.2013	20,0	18,3
Геленджик	25.09.2013	18,0	16,0
Горячий ключ	25.09.2013	19,0	15,4
Горный	25.09.2013	40,0	20,7
Туапсе	25.09.2013	7,0	18,0
Майкоп	25.09.2013	18,0	16,2
Курганинск	25.09.2013	16,0	15,4
Сочи	25.09.2013	12,0	28,7
Красная Поляна	25.09.2013	23,0	19,9
Адлер	25.09.2013	17,0	23,6
Анапа	29.09.2013	23,0	16,1
Горный	29.09.2013	20,0	21,0
Туапсе	29.09.2013	19,0	17,2
Лабинск	29.09.2013	16,0	14,9
Общее число случаев – 57 Число оправдавшихся прогнозов – 39 Число неоправдавшихся прогнозов – 18 Число случаев «пропуск цели» – 8 Число «ложных тревог» – 10			

Таблица 6

Результаты прогноза сильных осадков в мае-сентябре 2013 г.

Общее число случаев	153
Число оправдавшихся прогнозов	101 (66 %)
Число неоправдавшихся прогнозов	52 (34 %)
Число случаев «пропуск цели»	28
Число «ложных тревог»	24

Очень сильные осадки (более 50 мм/12ч) наблюдались на рассматриваемой территории всего в 18 случаях за 5 месяцев.

Успешность прогнозов очень сильных осадков за период с 1 мая по 30 сентября 2013 г. приведена в табл. 7.

Таблица 7

Прогноз очень сильных осадков в мае-сентябре 2013 г.

Пункт	Дата	Дневные осадки (мм/12ч)	
		фактические	прогностические
Шатжатмаз	03.06.2013	137,0	52,9
Горный	04.06.2013	55,0	24,5
Горный	16.06.2013	59,0	7,3
Усть-Лабинск	22.06.2013	65,0	50,4
Джубга	02.07.2013	53,0	26,1
Крымск	03.07.2013	53,0	50,3
Горячий ключ	26.07.2013	59,0	21,8
Сочи	26.07.2013	51,0	25,8
Туапсе	03.08.2013	60,0	23,4
Горный	04.09.2013	60,0	58,8
Сочи	04.09.2013	131,0	81,0
Адлер	04.09.2013	58,0	50,4
Сочи	06.09.2013	78,0	31,6
Горный	24.09.2013	72,0	54,1
Сочи	24.09.2013	65,0	85,4
Красная Поляна	24.09.2013	67,0	89,0
Казачий Брод	24.09.2013	119,0	96,6
Адлер	24.09.2013	79,0	78,1
Общее число случаев – 18 Число оправдавшихся прогнозов – 11 (61 %)			
Число неоправдавшихся прогнозов («пропуск цели») – 7 (39 %)			
Число «ложных тревог» – 0			

Представленные результаты показывают, что в сравнении с результатами прогнозов сильных и очень сильных осадков большинством моделей, приведенных в [1], данные прогнозы являются значительно более успешными по следующим основным характеристикам: общей оправдываемости, оправдываемости прогнозов осадков данных градаций, по количеству пропусков цели и существенно меньшим количеством «ложных» тревог.

При прогнозе очень сильных осадков число ложных тревог равно нулю. Это можно объяснить тем обстоятельством, что моделью хорошо прогнозируются условия интенсивной конвективной деятельности при наличии необходимых больших запасов влаги в атмосфере. В случае отсутствия указанных условий в атмосфере, модель не прогнозирует очень сильные осадки. Но в ряде случаев заложенный в модели алгоритм вычисления как сильных, так и очень сильных осадков не срабатывает, и это приводит к неоправдавшимся прогнозам – «пропускам цели». Для очень сильных осадков «пропуск цели» составляет 39 %, что существенно меньше, чем в других моделях [1].

Для получения более объективных оценок точности прогнозов данным подходом в сравнении с другими гидродинамическими моделями необходимо провести их оценку в рамках принятой в ФГБУ «Гидрометцентр России» системы оценки прогнозов осадков гидродинамическими моделями на одной и той же территории и за один и тот же период времени.

Список использованных источников

1. *Багров А.Н.* Сравнительная оценка успешности прогнозов сильных летних осадков с помощью моделей атмосферы различного масштаба // Информационный сборник № 41 «Результаты испытания новых и усовершенствованных технологий, моделей и методов гидрометеорологических прогнозов». – 2014. – С. 63–73.

Поступила в редакцию 16.05.2014 г.