

Оценки прогнозов приземных метеорологических полей, рассчитанные для различных гидродинамических моделей по синоптическим станциям Европейской территории РФ за период: июль 2026 г.

На рисунках использованы следующие условные обозначения гидродинамических моделей атмосферы ФГБУ «Гидрометцентр России» и зарубежных метеорологических Центров:

Глобальные модели:

- UKMO - Метеорологический центр Великобритании (сетка поступления $1 \times 1^\circ$);
- NCEP - Метеорологический центр США (сетка $1 \times 1^\circ$);
- ICON - Метеорологический центр ФРГ (сетка $0,25 \times 0,25^\circ$);
- JAPAN – Метеорологический центр Японии (сетка $0,25 \times 0,25^\circ$);
- PLAV10 – полулагранжева модель с разрешением ~ 10 км (ФГБУ «Гидрометцентр России», автор М.А. Толстых);

Заметим, что реальное разрешение этих моделей 10-15 км.

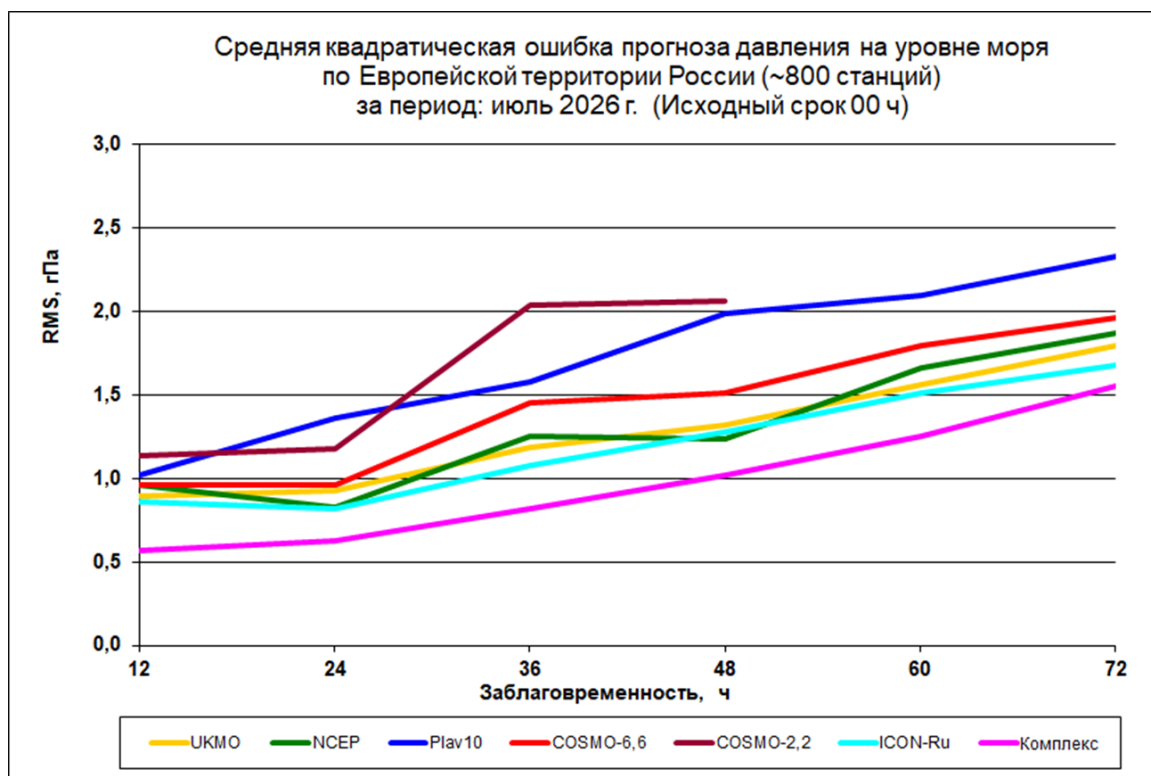
- ICON-Ru – глобальная негидростатическая модель с шагом сетки $\sim 6,5$ км по Северному полушарию (Консорциум COSMO, ФГБУ «Гидрометцентр России»).

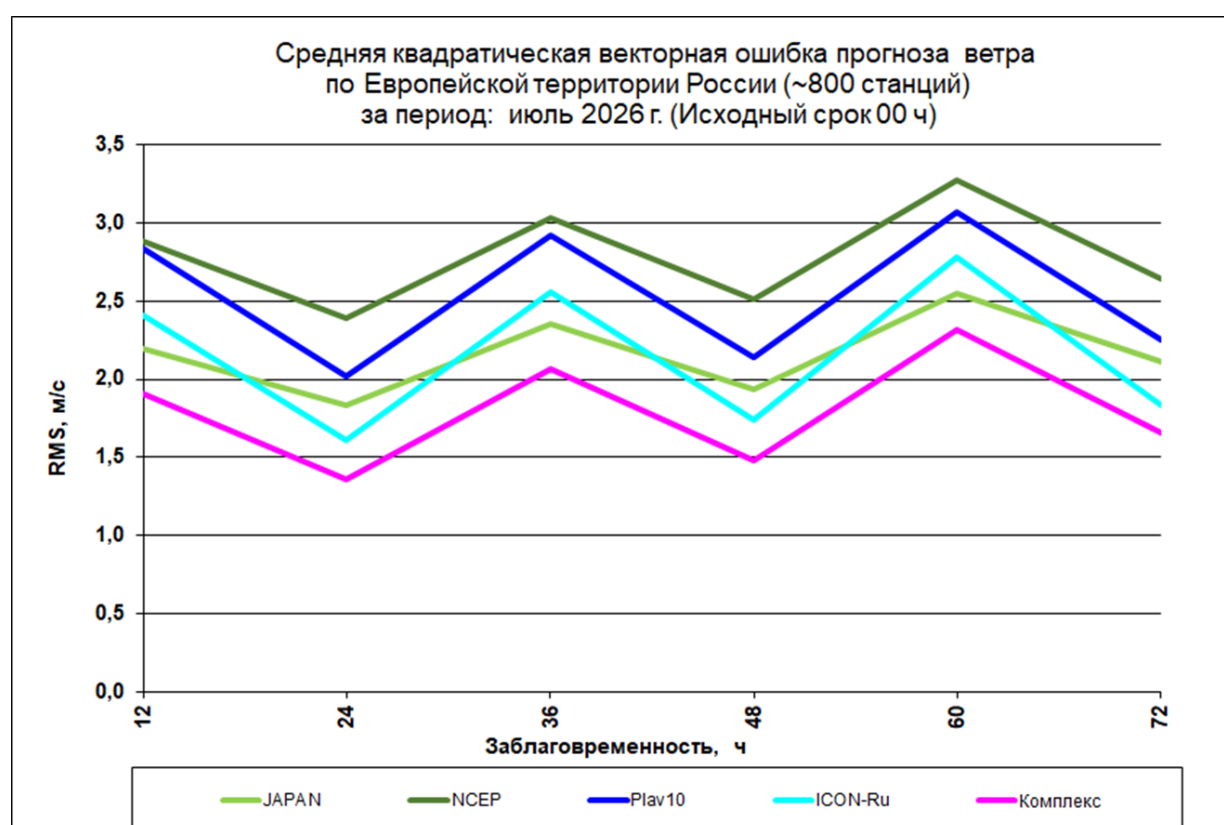
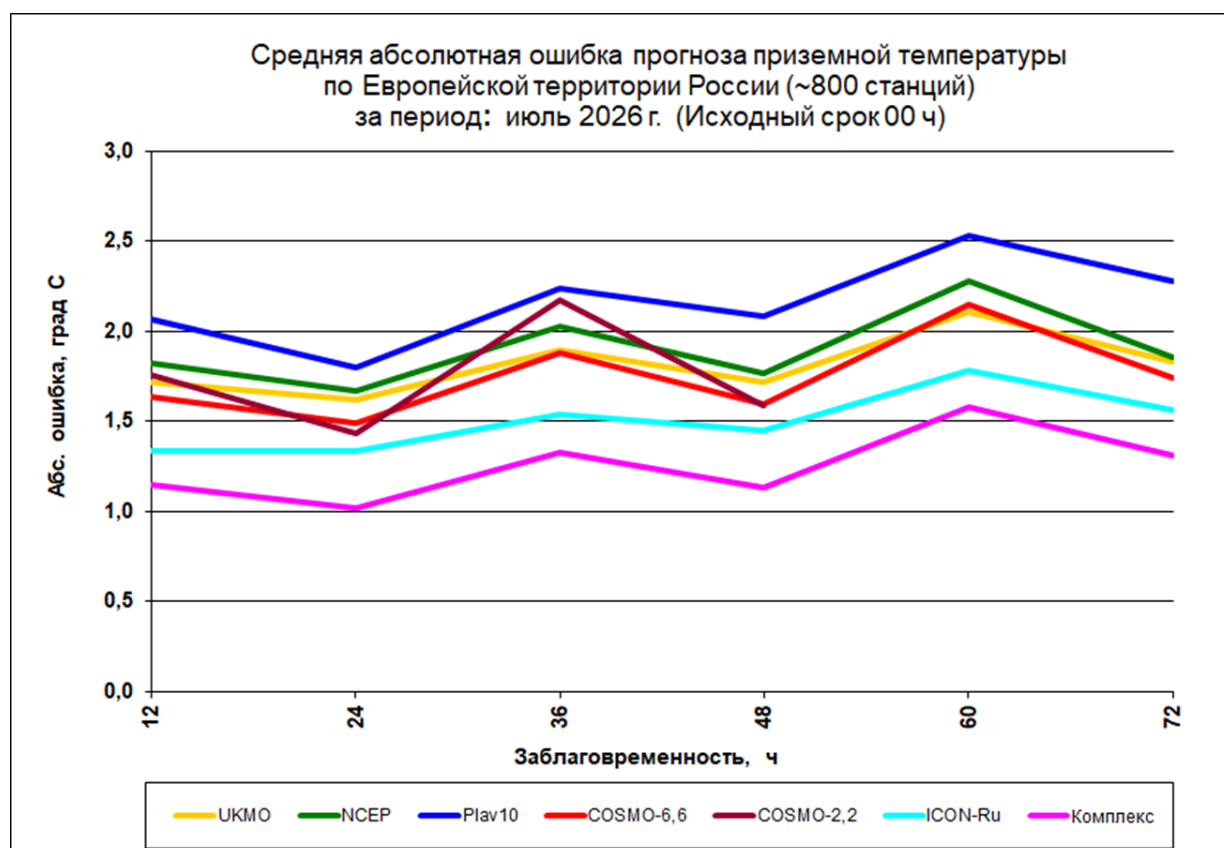
Мезометеорологические модели:

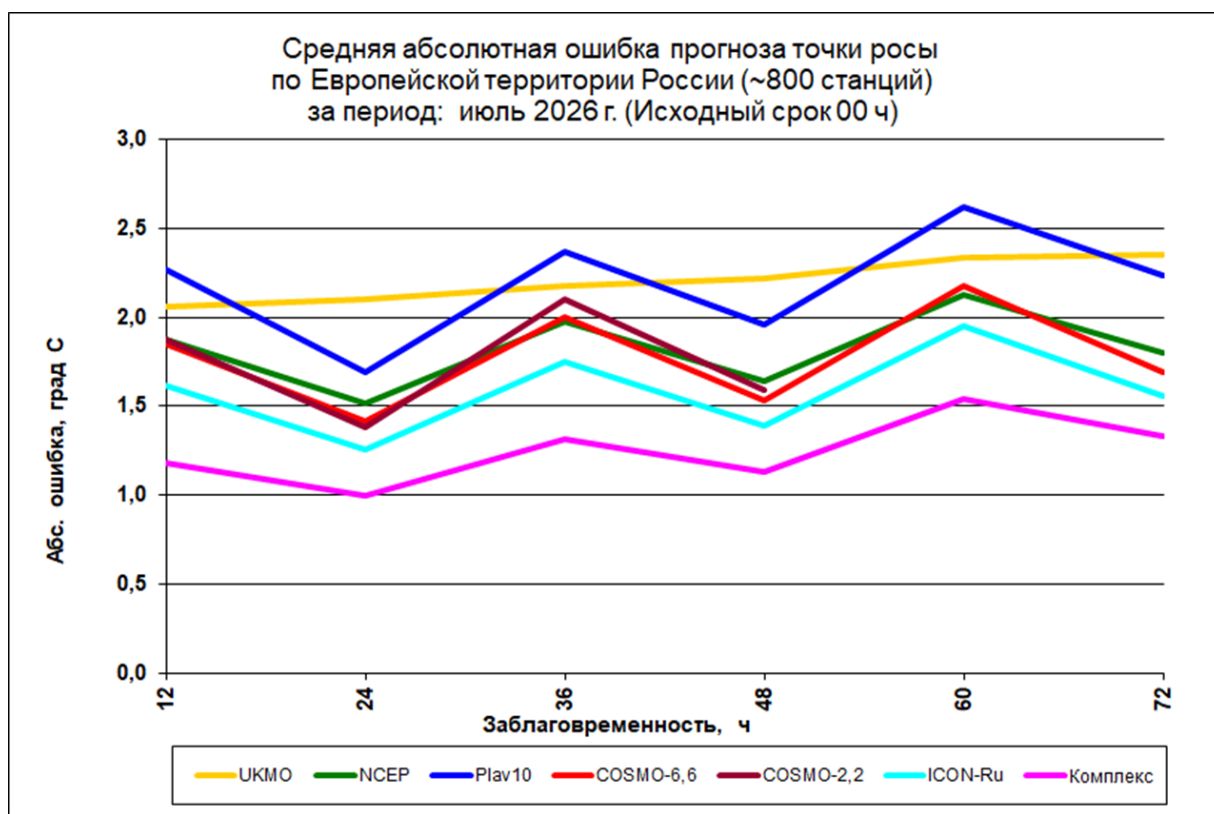
- COSMO-6,6 и COSMO-2,2 – негидростатические мезомасштабные модели с шагом сетки 6,6 км и 2,2 км (Консорциум COSMO, ФГБУ «Гидрометцентр России»);

- «Комплекс» - комплексный прогноз приземных метеозадаваемых по станциям получен путём статистической обработки результатов включенных зарубежных и отечественных моделей (на основе метода нейронных сетей). (ФГБУ «Гидрометцентр России», авторы А.Н. Багров, Ф.Л. Быков, В.А.Гордин).

Для расчета ошибок прогнозов делается билинейная интерполяция из модельных сеток на станцию.







Оценка прогнозов осадков

Оценка численных прогнозов осадков делается по методике, близкой к описанной в «Наставлении по краткосрочным прогнозам погоды общего назначения», М., 2019. Оправдываемость прогноза осадков (в %) вычисляется по таблицам:

Таблица 1

Оправдываемость (Р, %) прогноза количества жидких и смешанных осадков (мм/12 ч)

Прогноз количества осадков (мм/12 ч)	Р(%) при количестве фактически выпавших осадков за 12 ч, мм						
	Без осадков	0,0-0,2	0,3-2	3-14		15-29	
				3-9	10-14	15-19	20-29
Без осадков	100	75	50	0		0	
0,0-0,2	100	100	75	0		0	
0,3-2	50	100	100	50		0	
3-14	0	0	50	100		50	
15-29	0	0	0	50	100	100	
≥30	0	0	0	25		75	100

Таблица 2

Оправдываемость (Р, %) прогноза количества твердых осадков (мм/12 ч)

Прогноз количества осадков (мм/12 ч)	Р(%) при количестве фактически выпавших осадков за 12 ч, мм						
	Без осадков	0,0-0,1	0,2-1	2-5		6-15	
				2-3	4-5	6-11	12-15
Без осадков	100	75	50	0		0	
0,0-0,1	100	100	75	0		0	
0,2-1	50	100	100	50		0	
2-5	0	0	50	100		50	
6-15	0	0	0	50	100	100	
≥16	0	0	0	25		75	100

Они похожи на табл. 8, 9 из «Наставления ...». Однако в качестве очень сильных осадков мы взяли значение ≥ 30 мм/12 ч (≥ 16 мм/12 ч для снега) вместо ≥ 50 мм/12 ч (≥ 20 мм/12 ч для снега) как в «Наставлении ...» и несколько изменили таблицы. Осадки считаются жидкими (или смешанными) при температуре воздуха $\geq -1^\circ \text{C}$; если температура $< -1^\circ \text{C}$, то это твердые осадки, т.е. снег. Соответственно расчет ведется по 1-ой или 2-ой таблице.

Для оценки осадков взяты станции так называемой 1-ой метеозоны ЕТР, где измерения осадков производятся за 12-часовые интервалы с 6 до 18 ч и с 18 до 6 ч ВСВ (см. КОД КН-01 SYNOP, 2013, табл.3). В неё входят 16 областей ЕТР, включая Московскую область. Это связано с тем, что зарубежные модели обычно дают прогноз осадков за 6-часовые интервалы времени, начиная от основных сроков наблюдения 00 или 12 ч ВСВ. Отметим, что ~ 20 станций, расположенных на этой территории, были исключены из оценки, т.к. регулярно сообщают неверные сведения об осадках (чаще всего значение «без осадков» вместо «отсутствия данных об осадках»).

В оценку осадков дополнительно включены модели Европейского Центра среднесрочных прогнозов (ECMWF) и Канадского метеорологического центра (Canada). Для моделей ECMWF и Canada оценки представлены от предыдущего исходного срока прогноза 12 ч ВСВ, т.к. эти прогнозы сильно запаздывают с поступлением.

В табл.3-6 представлена оправдываемость прогноза осадков (в %), как общая (Р), так и по градациям. Показано число случаев по каждой градации. Кроме того, представлены средние арифметические (bias) и средние абсолютные (abs) ошибки прогнозов осадков в мм/12 ч.

Оценка прогноза осадков на 18 часов (мм/12ч).
Европейская территория России, 1-ая метеозона (~245 стан).
За период: июль 2026 г. (исходный срок 00 ч)

Метод прогноза	Оправдываемость, %							Ошибки		Общее кол-во прогнозов
	P	Без осадков (дождь 0; снег 0)	Слабые (дождь: 0,1-0,2; снег: 0,1)	Небольшие (дождь: 0,3-2; снег: 0,2-1)	Умеренные (дождь: 3-14; снег: 2-5)	Сильные (дождь: 15-29; снег: 6-15)	Очень сильные (дождь: >=30; снег: >=16)	δ	δ	
UKMO	78	81	75	77	80	57	3	0,6	2,1	6602
NCEP	68	72	44	59	76	69	42	3,0	3,8	6602
JAPAN	82	91	74	75	71	50	6	-0,2	1,7	6602
ECMWF	82	87	83	85	69	38	0	-0,7	1,5	4680
Canada	81	90	76	75	68	44	17	-0,2	1,8	6602
PLAV10	67	65	54	68	86	55	11	0,9	2,4	6602
ICON-Ru	83	92	76	75	71	46	8	-0,4	1,6	6602
Complex	84	90	78	79	78	49	6	-0,1	1,6	6602
Кол-во случаев по градациям		3656	487	1201	1060	158	36			

P - общая оправдываемость прогноза; δ - средняя арифметическая ошибка; |δ| - средняя абсолютная ошибка

Оценка прогноза осадков на 30 часов (мм/12ч).
Европейская территория России, 1-ая метеозона (~245 стан).
За период: июль 2026 г. (исходный срок 00 ч)

Метод прогноза	Оправдываемость, %							Ошибки		Общее кол-во прогнозов
	P	Без осадков (дождь 0; снег 0)	Слабые (дождь: 0,1-0,2; снег: 0,1)	Небольшие (дождь: 0,3-2; снег: 0,2-1)	Умеренные (дождь: 3-14; снег: 2-5)	Сильные (дождь: 15-29; снег: 6-15)	Очень сильные (дождь: >=30; снег: >=16)	δ	δ	
UKMO	82	86	72	76	74	49	0	0,4	1,5	6535
NCEP	78	82	67	70	75	61	22	1,3	2,1	6323
JAPAN	83	90	74	72	69	44	11	0,1	1,4	6535
ECMWF	86	94	76	78	56	34	0	-0,5	1,0	4627
Canada	82	90	73	73	64	43	11	0,1	1,4	6535
PLAV10	79	86	72	69	67	48	11	0,5	1,7	6535
ICON-Ru	84	92	71	72	69	45	0	0,2	1,4	6535
Complex	84	89	74	75	77	54	22	0,2	1,2	6526
Кол-во случаев по градациям		4206	404	1036	779	101	9			

P - общая оправдываемость прогноза; δ - средняя арифметическая ошибка; |δ| - средняя абсолютная ошибка

Оценка прогноза осадков на 42 часов (мм/12ч).
Европейская территория России, 1-ая метеозона (~245 стан).
За период: июль 2026 г. (исходный срок 00 ч)

Метод прогноза	Оправдываемость, %							Ошибки		Общее кол-во прогнозов
	P	Без осадков (дождь 0; снег 0)	Слабые (дождь: 0,1-0,2; снег: 0,1)	Небольшие (дождь: 0,3-2; снег: 0,2-1)	Умеренные (дождь: 3-14; снег: 2-5)	Сильные (дождь: 15-29; снег: 6-15)	Очень сильные (дождь: >=30; снег: >=16)	$\bar{\delta}$	$ \bar{\delta} $	
UKMO	76	78	67	73	80	55	0	0,6	2,1	6154
NCEP	67	70	48	58	79	64	27	3,0	3,9	6373
JAPAN	78	88	69	72	65	44	3	-0,1	2,0	6590
ECMWF	79	85	80	81	62	32	0	-0,7	1,6	4675
Canada	80	89	74	75	64	42	14	-0,2	2,0	6590
PLAV10	69	70	57	67	80	48	3	0,8	2,6	6590
ICON-Ru	80	89	76	75	67	44	3	-0,3	1,8	6590
Complex	79	83	73	75	79	43	3	0,1	1,9	6590
Кол-во случаев по градациям		3511	458	1067	941	139	34			

P - общая оправдываемость прогноза; $\bar{\delta}$ - средняя арифметическая ошибка; $|\bar{\delta}|$ - средняя абсолютная ошибка

Оценка прогнозов порывов ветра

Порывы ветра являются важной составляющей общего прогноза погоды, т.к. сильные порывы - опасное явление. Измерения ветра на синоптических станциях проводятся на высоте 10 м с помощью анемометра. За 10-мин интервал перед сроком наблюдения делается осреднение значений скорости и направления ветра (синоптики часто называют его «средний» ветер). Кроме того, анемометр может отмечать и порывы ветра (обычно за 3-часовой интервал между сроками или в срок наблюдения). Это скорость ветра без учета направления.

Численный прогноз порывов ветра появился сравнительно недавно и у нас есть только 4 модели, которые дают прогноз порывов ветра (в м/с) в регулярной сетке точек. Прогностические значения порывов ветра на станции находились с помощью билинейной интерполяции из прогностических полей. Для оценки порывов ветра были взяты более 800 станций на ЕТР за исключением ~25 станций, на которых за последние 2 года не наблюдалось ни одного порыва ветра ≥ 12 м/с (вероятно, из-за отсутствия оборудования). Факт порыва ветра фиксировался, если на станции наблюдались порывы ≥ 12 м/с в интервале ± 3 ч от времени заблаговременности прогноза. Заметим, что слабые порывы ветра (около 12 м/с) обычно связаны с усилением градиентов поля ветра на значительной территории. Сильные же порывы чаще всего связаны с конвекцией в атмосфере, имеют небольшой масштаб и прогнозировать их весьма затруднительно.

Комплексный прогноз порывов ветра делается с помощью метода нейронных сетей. Для этого привлекаются прогнозы порывов ветра ряда моделей: Cosmo-2.2, Cosmo-6.6 и ICON, а также Комплексные прогнозы приземного «среднего» ветра и архивы этих прогнозов для станций за последние 25 дней.

Для оценки прогнозов порывов ветра воспользуемся матрицей сопряжений и вычислением ряда характеристик:

МАТРИЦА СОПРЯЖЕНИЙ

N11 N12 N10
 N21 N22 N20
 N01 N02 N00

N11 - явление прогнозировалось и наблюдалось;
 N12 - явление прогнозировалось, но не наблюдалось («ложные тревоги»);
 N10=N11+N12 - число случаев, когда прогнозировалось явление;
 N21- прогнозировалось отсутствие явления, но оно наблюдалось («пропуск цели»);
 N22 - прогнозировалось отсутствие явления и его не наблюдалось;
 N20=N21+N22 - число случаев с прогнозом отсутствия явления;
 N01=N11+N21 - число случаев с явлением;
 N02=N12+N22 - число случаев с отсутствием явления;
 N00 - общее число случаев.
 $P=N11/(N21+N10)$ – оправдываемость редкого явления;
 $Pred=N11/N01$ – предупредительность явления;
 $kLT=N12/N01$ – коэффициент «ложных тревог»;
 $ETS=(N11-ar)/(N11-ar+N12+N21)$ – критерий ETS, где $ar=((N11+N12)*(N11+N21))/N00$;
 $BX=(v-v0)/(1-v0)$ – критерий Н.А.Багрова-Хайдке (для редких явлений), где
 $v=(N11+N22)/N00$, $v0=(m1+m2)/N00$, $m1=(N10 \times N01)/N00$, $m2=(N20 \times N02)/N00$;
 Факт порыва ветра,-если на станции наблюдались порывы ветра ≥ 12 м/с, ≥ 18 м/с или ≥ 24 м/с в интервале ± 3 ч от времени заблаговременности прогноза.

**Евр.терр.России (~800 стан). Оценка прогнозов порывов ветра
 на 12 час ($W \geq 12$ м/с). Июль 2026 г.**

			Pred	klt	ETS	
1064	3604	4668	62	2.09	0.14	COSMO-2,2
664	15512	16176				
1728	19116	20844				
1296	4504	5800	65	2.27	0.14	COSMO-6,6
691	17813	18504				
1987	22317	24304				
881	936	1817	45	0.47	0.26	Complex
1091	20428	21519				
1972	21364	23336				
673	922	1595	34	0.46	0.20	ICON-Ru
1314	21395	22709				
1987	22317	24304				

**Евр.терр.России (~800 стан). Оценка прогнозов порывов ветра
на 12 час ($W \geq 18$ м/с) . Июль 2026 г.**

			Pred	klt	ETS	
23	197	220	24	2.05	0.08	COSMO-2,2
73	20551	20624				
96	20748	20844				
18	74	92	15	0.63	0.09	COSMO-6,6
100	24112	24212				
118	24186	24304				
24	71	95	20	0.60	0.12	Complex
94	23147	23241				
118	23218	23336				
10	32	42	8	0.27	0.07	ICON-Ru
108	24154	24262				
118	24186	24304				

**Евр.терр.России (~800 стан). Оценка прогнозов порывов ветра
на 12 час ($W \geq 24$ м/с) . Июль 2026 г.**

			Pred	klt	ETS	
0	17	17	0	17.00	0.00	COSMO-2,2
1	20826	20827				
1	20843	20844				
0	1	1	0	0.50	0.00	COSMO-6,6
2	24301	24303				
2	24302	24304				
0	7	7	0	3.50	0.00	Complex
2	23327	23329				
2	23334	23336				
0	0	0	0	0.00	0.00	ICON-Ru
2	24302	24304				
2	24302	24304				

Синоптики в административных центрах России наряду с прогнозами различных метеоэлементов прогнозируют и величину порывов ветра. Эти прогнозы в коде КП-68 поступают в Гидрометцентр России. Ниже представлены оценки успешности прогнозов порывов ветра на следующий день (на 36 ч): синоптиков, модели ICON-Ru и Комплексного прогноза.

**Россия (83 адм. центр). Оценка прогнозов порывов ветра на ~24 ч
Июль 2026 г.**

СИНОП(КП-68)				ICON-Ru				Комплекс			
				порывы ≥ 12 м/с							
38	201	239		9	13	22		34	28	62	
17	2290	2307	0.13	46	2478	2524	0.13	21	2463	2484	0.40
55	2491	2546		55	2491	2546		55	2491	2546	
				порывы ≥ 18 м/с							
2	42	44		0	2	2		2	3	5	
1	2501	2502	0.04	3	2541	2544	0.00	1	2540	2541	0.33
3	2543	2546		3	2543	2546		3	2543	2546	
				порывы ≥ 24 м/с							
0	1	1		0	0	0		0	0	0	
0	2545	2545	0.00	0	2546	2546	NaN	0	2546	2546	NaN
0	2546	2546		0	2546	2546		0	2546	2546	

Красным цветом выделен критерий ETS

**Россия (83 адм. центр). Оценка прогнозов порывов ветра на ~36 ч
Июль 2026 г.**

СИНОП(КП-68)				ICON-Ru				Комплекс			
				порывы ≥ 12 м/с							
122	435	557		73	127	200		122	156	278	
109	1880	1989	0.12	158	2188	2346	0.16	109	2159	2268	0.27
231	2315	2546		231	2315	2546		231	2315	2546	
				порывы ≥ 18 м/с							
5	72	77		0	4	4		5	10	15	
12	2457	2469	0.06	17	2525	2542	0.00	12	2519	2531	0.19
17	2529	2546		17	2529	2546		17	2529	2546	
				порывы ≥ 24 м/с							
0	0	0		0	0	0		1	0	1	
1	2545	2546	0.00	1	2545	2546	0.00	0	2545	2545	1.00
1	2545	2546		1	2545	2546		1	2545	2546	

Красным цветом выделен критерий ETS