

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

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

Глобальные модели:

- 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.

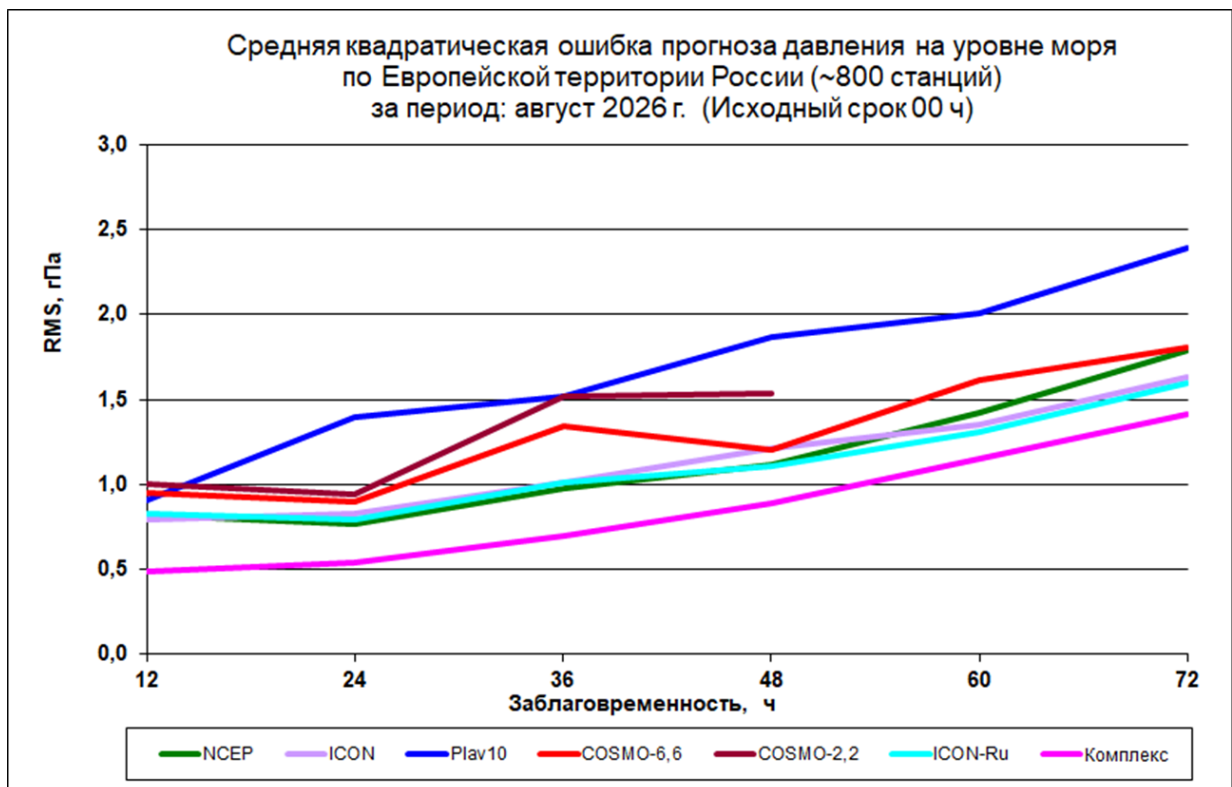
- ICON-Ru – глобальная негидростатическая модель с шагом сетки $\sim 6,5$ км по Северному полушарию (Консорциум COSMO, ФГБУ «Гидрометцентр России»).

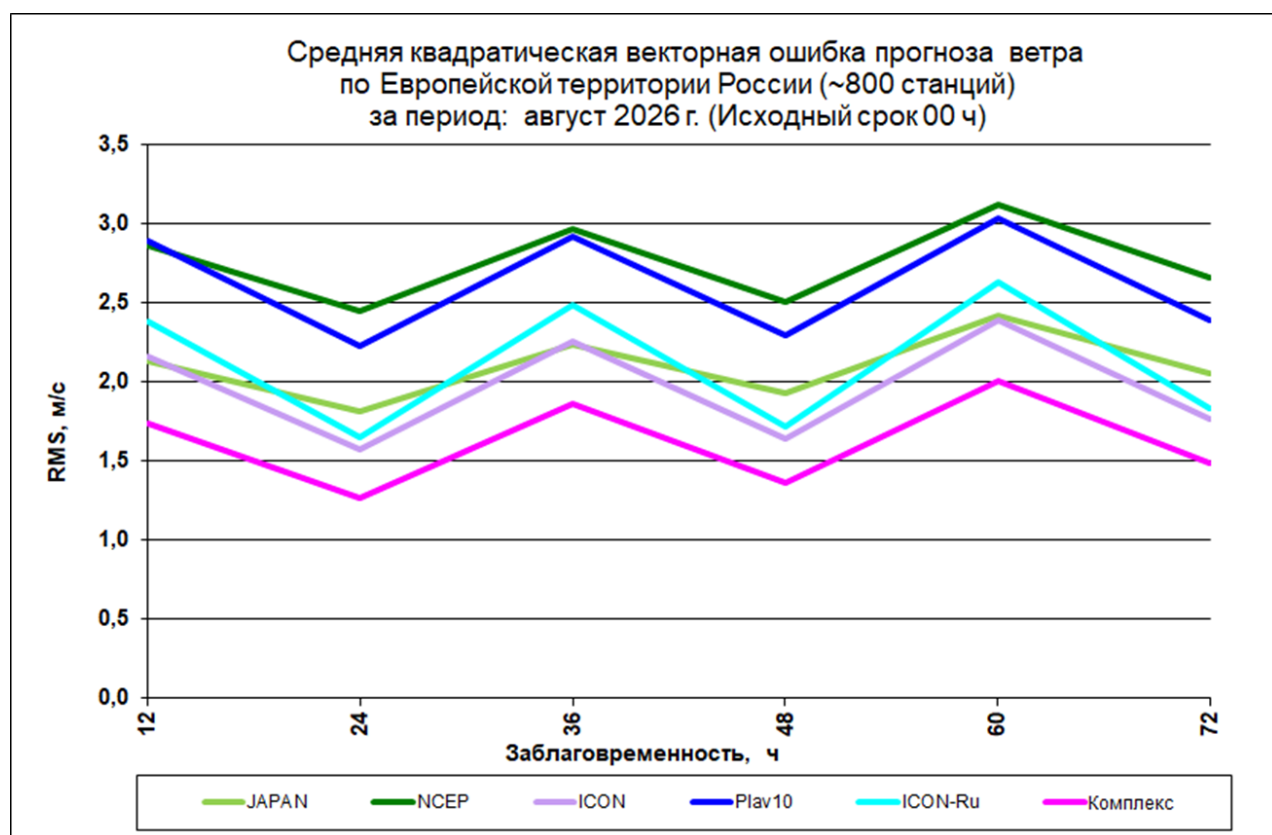
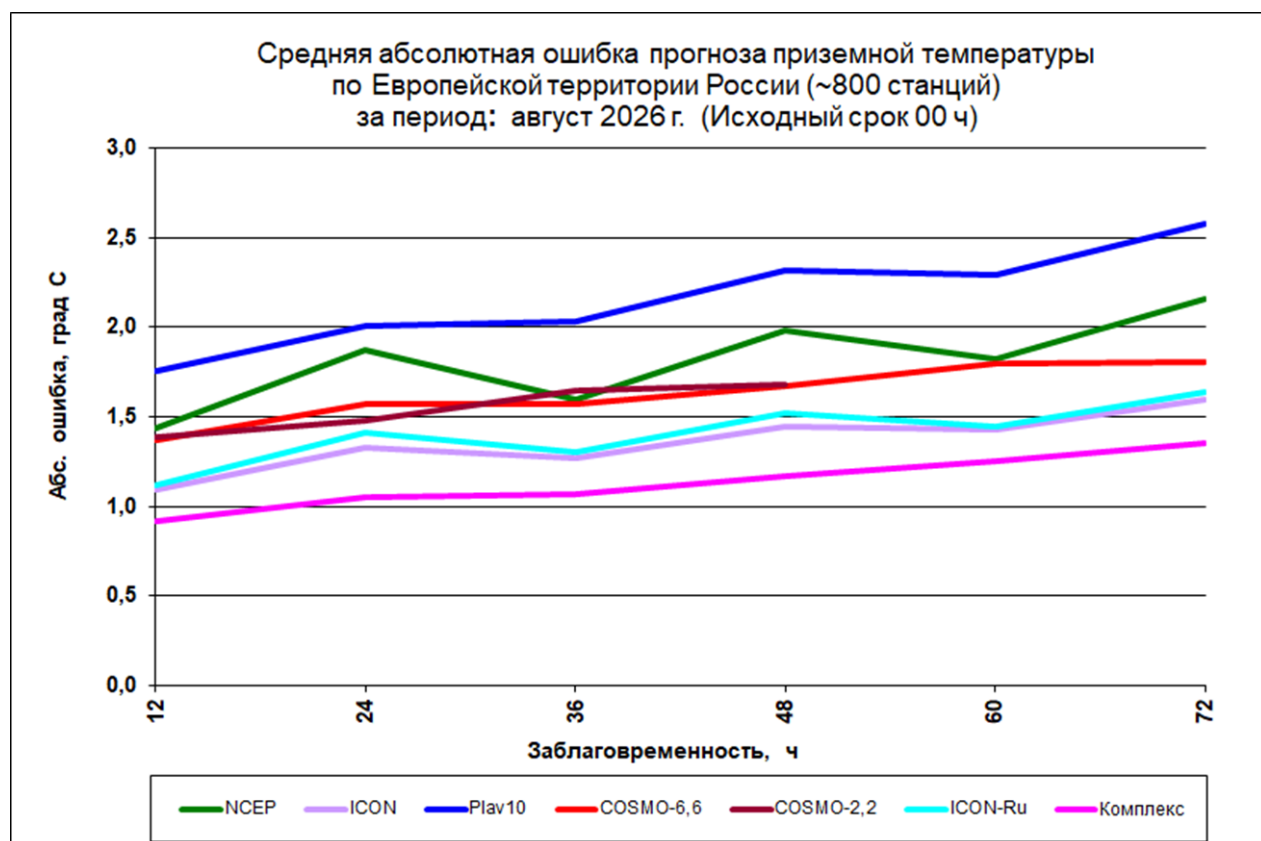
Мезометеорологические модели:

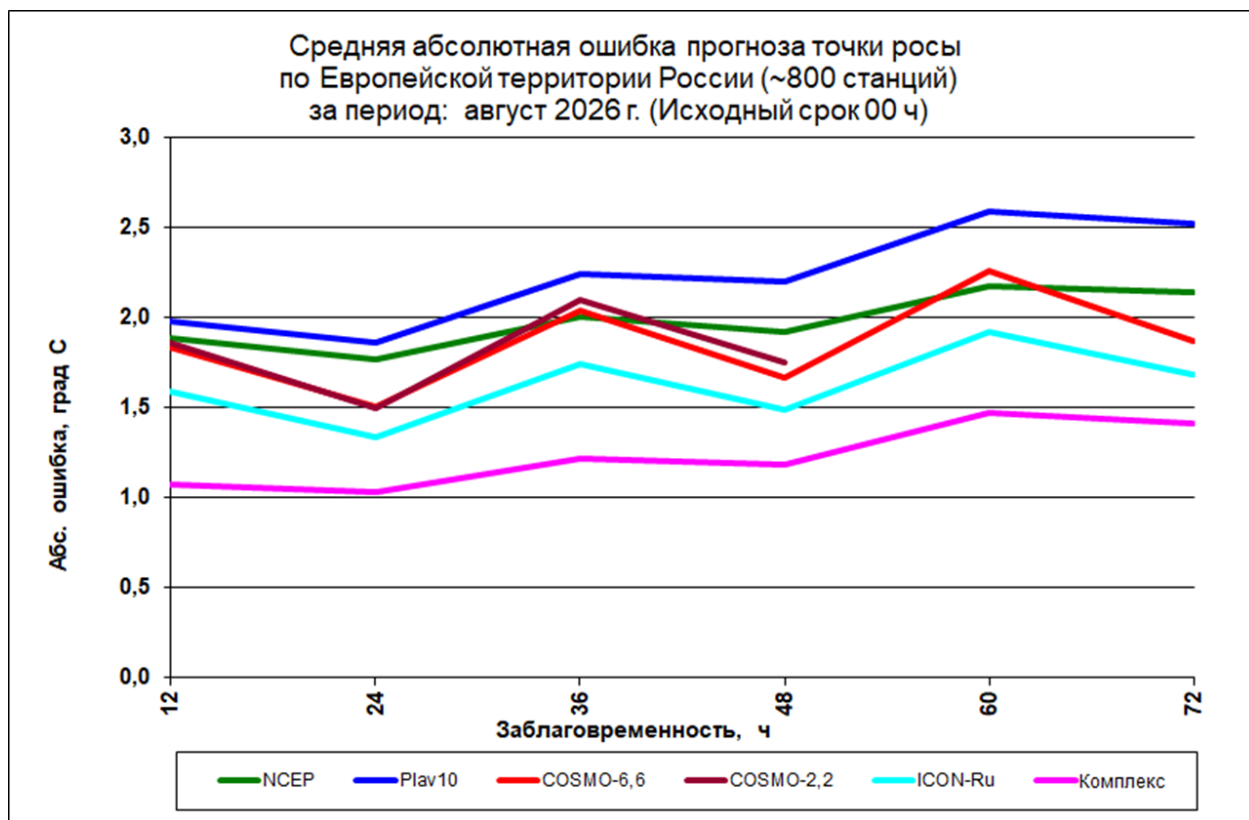
- COSMO-6,6 и COSMO-2,2 – негидростатические мезомасштабные модели с шагом сетки 6,6 км и 2,2 км (Консорциум COSMO, ФГБУ «Гидрометцентр России»);

- «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 (P, %) 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		≥30
				3-9	10-14	15-19	20-29	
Без осадков	100	75	50	0		0		0
0,0-0,2	100	100	75	0		0		0
0,3-2	50	100	100	50		0		0
3-14	0	0	50	100		50		25
15-29	0	0	0	50	100	100		75
≥30	0	0	0	25		75	100	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: август 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	85	88	83	84	76	52	0	0,0	0,8	6385
NCEP	77	80	64	69	84	61	38	1,2	1,6	6385
ICON	87	93	76	76	74	43	0	0,1	0,9	6385
JAPAN	86	94	76	74	67	48	0	0,0	0,9	6385
ECMWF	85	90	83	85	62	24	0	-0,3	0,9	4321
Canada	88	93	81	80	71	41	25	0,0	0,8	6385
PLAV10	75	75	70	77	84	53	50	0,7	1,3	6385
ICON-Ru	87	93	79	77	72	41	12	0,0	0,8	6385
Complex	88	94	80	76	74	45	50	0,0	0,8	6385
Кол-во случаев по градам		4221	493	985	630	48	8			

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: август 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	88	93	82	82	71	55	14	-0,1	0,7	6372
NCEP	85	89	71	76	79	66	57	0,7	1,2	6372
ICON	88	95	79	74	69	59	43	0,0	0,8	6372
JAPAN	87	94	79	74	63	49	29	0,0	0,9	6372
ECMWF	87	96	80	76	50	42	0	-0,5	0,7	4523
Canada	87	92	83	80	70	60	43	0,1	0,8	6372
PLAV10	85	90	77	77	72	52	57	0,2	0,9	6372
ICON-Ru	88	95	79	75	67	55	43	-0,1	0,7	6372
Complex	89	95	82	80	72	58	43	0,1	0,8	6372
Кол-во случаев по градам		4442	367	936	564	54	7			

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: август 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	83	86	80	82	72	50	0	0,0	0,9	6383
NCEP	76	79	65	69	81	63	60	1,2	1,7	6383
ICON	84	91	73	74	70	42	0	0,2	1,1	6383
JAPAN	84	92	73	75	61	34	0	0,0	1,1	6383
ECMWF	83	89	79	82	61	34	0	-0,3	1,0	4529
Canada	84	90	76	75	65	38	0	0,1	1,1	6383
PLAV10	77	79	72	77	73	39	20	0,4	1,3	6383
ICON-Ru	85	92	74	74	69	42	0	0,1	1,0	6383
Complex	85	91	78	76	73	43	40	0,2	1,0	6383
Кол-во случаев по градациям		4144	502	1014	662	50	10			

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;

$Pred=N11/N01$ – предупрежденность 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). Август 2026 г.

			Pred	klt	ETS	
1448	3913	5361	68	1.84	0.17	COSMO-2,2
684	17115	17799				
2132	21028	23160				
1523	3642	5165	67	1.61	0.19	COSMO-6,6
738	18401	19139				
2261	22043	24304				
892	725	1617	39	0.32	0.26	ICON-DWD
1369	21318	22687				
2261	22043	24304				
1306	950	2256	58	0.42	0.36	Complex
946	20131	21077				
2252	21081	23333				
1047	1124	2171	46	0.50	0.27	ICON-Ru
1214	20919	22133				
2261	22043	24304				

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

			Pred	klt	ETS	
28	144	172	27	1.40	0.11	COSMO-2,2
75	22913	22988				
103	23057	23160				
35	118	153	31	1.04	0.15	COSMO-6,6
78	24073	24151				
113	24191	24304				
27	21	48	24	0.19	0.20	ICON-DWD
86	24170	24256				
113	24191	24304				
51	109	160	47	1.01	0.23	Complex
57	23116	23173				
108	23225	23333				
29	23	52	26	0.20	0.21	ICON-Ru
84	24168	24252				
113	24191	24304				

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

			Pred	klt	ETS	
1	6	7	17	1.00	0.08	COSMO-2,2
5	23148	23153				
6	23154	23160				
0	2	2	0	0.29	0.00	COSMO-6,6
7	24295	24302				
7	24297	24304				
0	1	1	0	0.14	0.00	ICON-DWD
7	24296	24303				
7	24297	24304				
2	25	27	29	3.57	0.06	Complex
5	23301	23306				
7	23326	23333				
0	0	0	0	0.00	0.00	ICON-Ru
7	24297	24304				
7	24297	24304				

Синоптики в административных центрах России наряду с прогнозами различных метеозлементов 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
Август 2026 г.**

СИНОП(КП-68)				ICON-Ru			Комплекс				
				порывы >=12 м/с							
28	195	223		9	18	27	33	35	68		
21	2305	2326	0.10	40	2482	2522	0.13	16	2465	2481	0.39
49	2500	2549		49	2500	2549		49	2500	2549	
				порывы >=18 м/с							
1	34	35		0	2	2	1	1	2		
2	2512	2514	0.03	3	2544	2547	0.00	2	2545	2547	0.25
3	2546	2549		3	2546	2549		3	2546	2549	
				порывы >=24 м/с							
0	0	0		0	0	0	0	0	0		
0	2549	2549	NaN	0	2549	2549	NaN	0	2549	2549	NaN
0	2549	2549		0	2549	2549		0	2549	2549	

Красным цветом выделен критерий ETS

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

СИНОП(КП-68)				ICON-Ru				Комплекс			
				порывы >=12 м/с							
133	384	517		97	126	223		156	142	298	
103	1929	2032	0.15	139	2187	2326	0.23	80	2171	2251	0.37
236	2313	2549		236	2313	2549		236	2313	2549	
				порывы >=18 м/с							
6	60	66		1	1	2		6	12	18	
2	2481	2483	0.09	7	2540	2547	0.11	2	2529	2531	0.30
8	2541	2549		8	2541	2549		8	2541	2549	
				порывы >=24 м/с							
0	0	0		0	0	0		0	1	1	
0	2549	2549	NaN	0	2549	2549	NaN	0	2548	2548	0.00
0	2549	2549		0	2549	2549		0	2549	2549	

Красным цветом выделен критерий ETS