

Оценки прогнозов приземных метеорологических полей, рассчитанные для различных гидродинамических моделей по синоптическим станциям Европейской территории РФ за период: октябрь 2025 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.

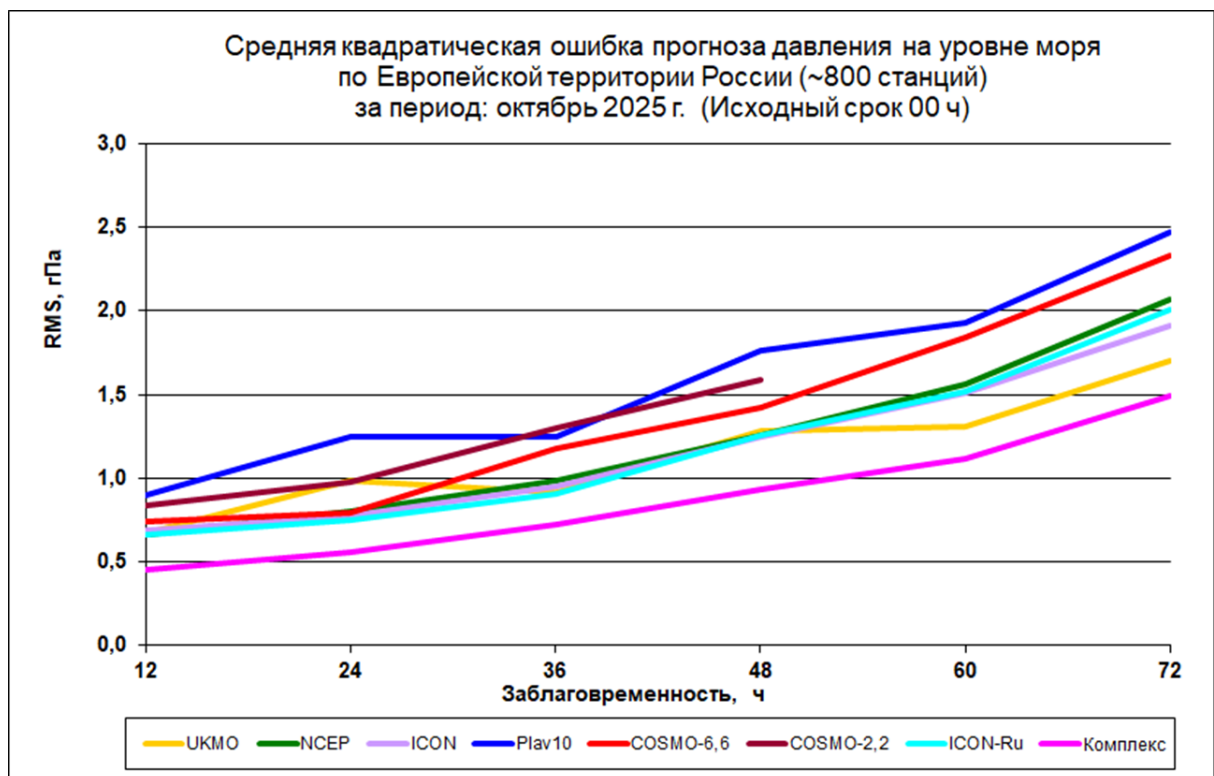
- ICON-Ru – глобальная негидростатическая модель с шагом сетки $\sim 6,5$ км по Северному полушарию (Консорциум COSMO, ФГБУ «Гидрометцентр России»).

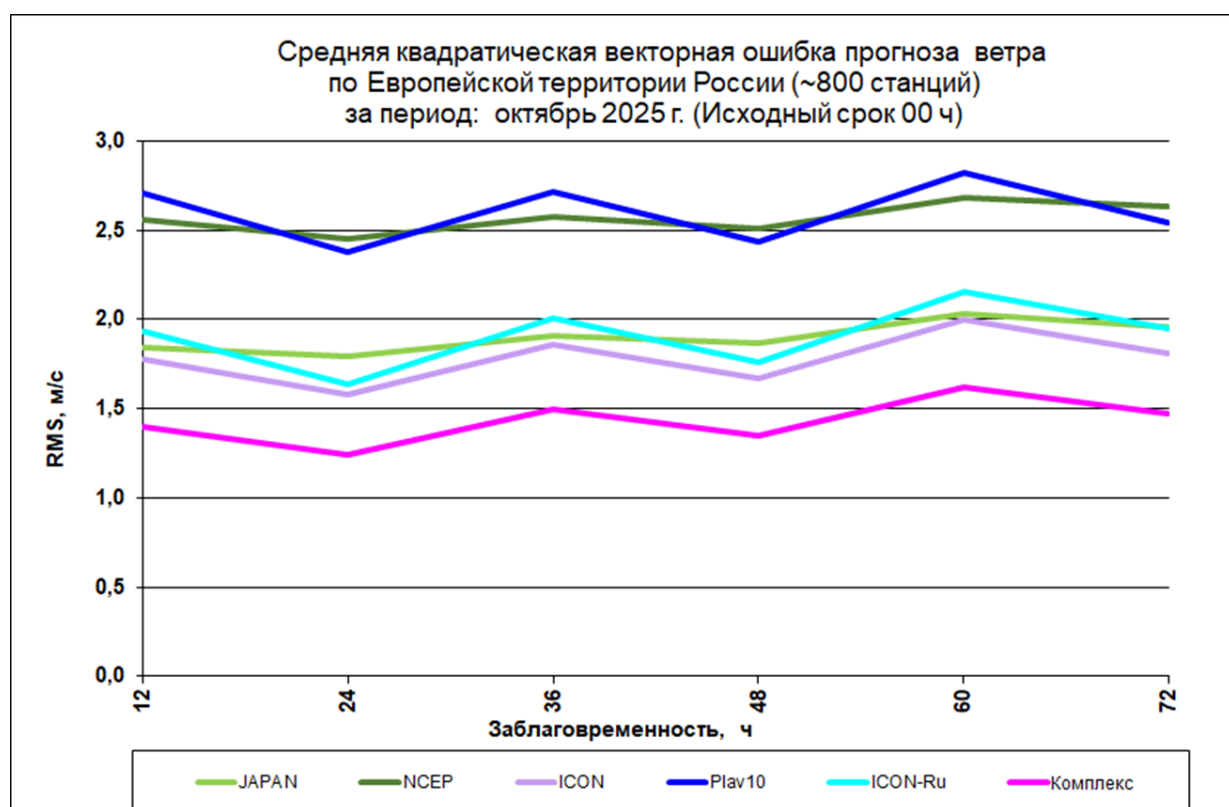
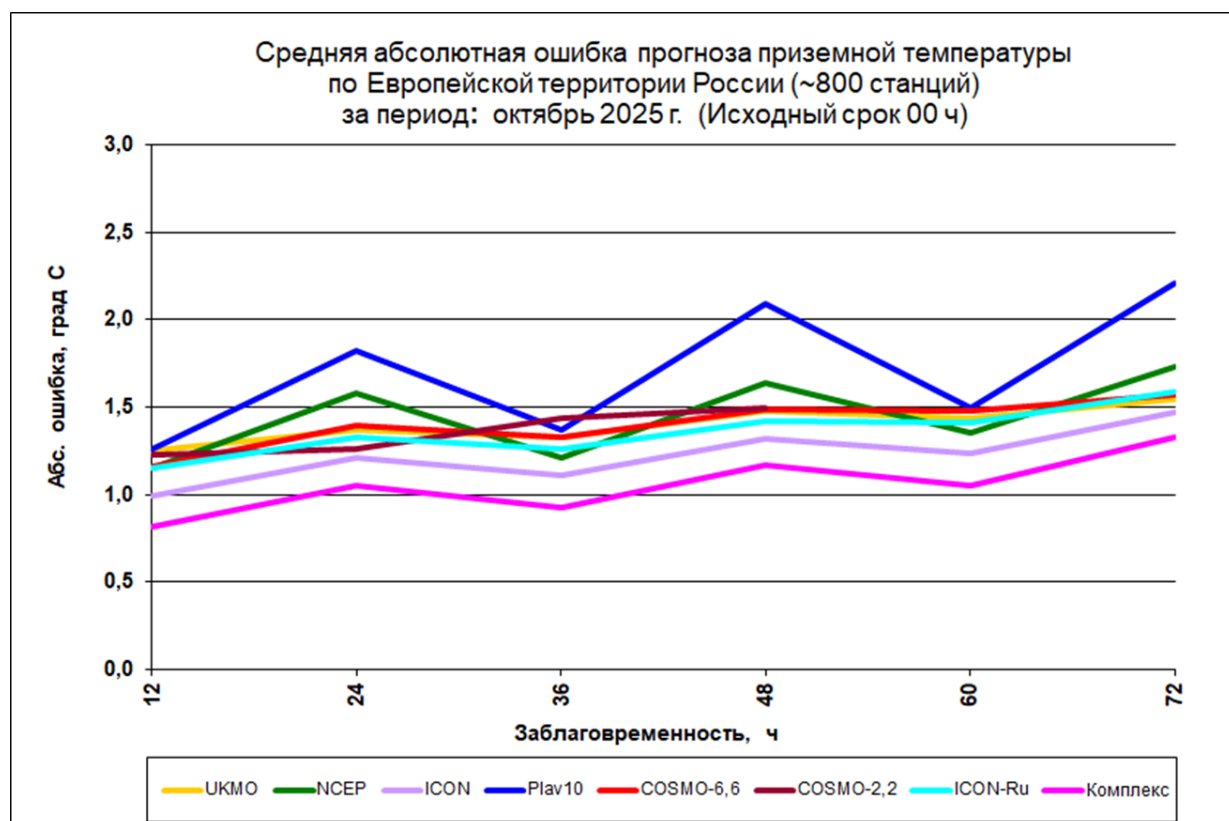
Мезометеорологические модели:

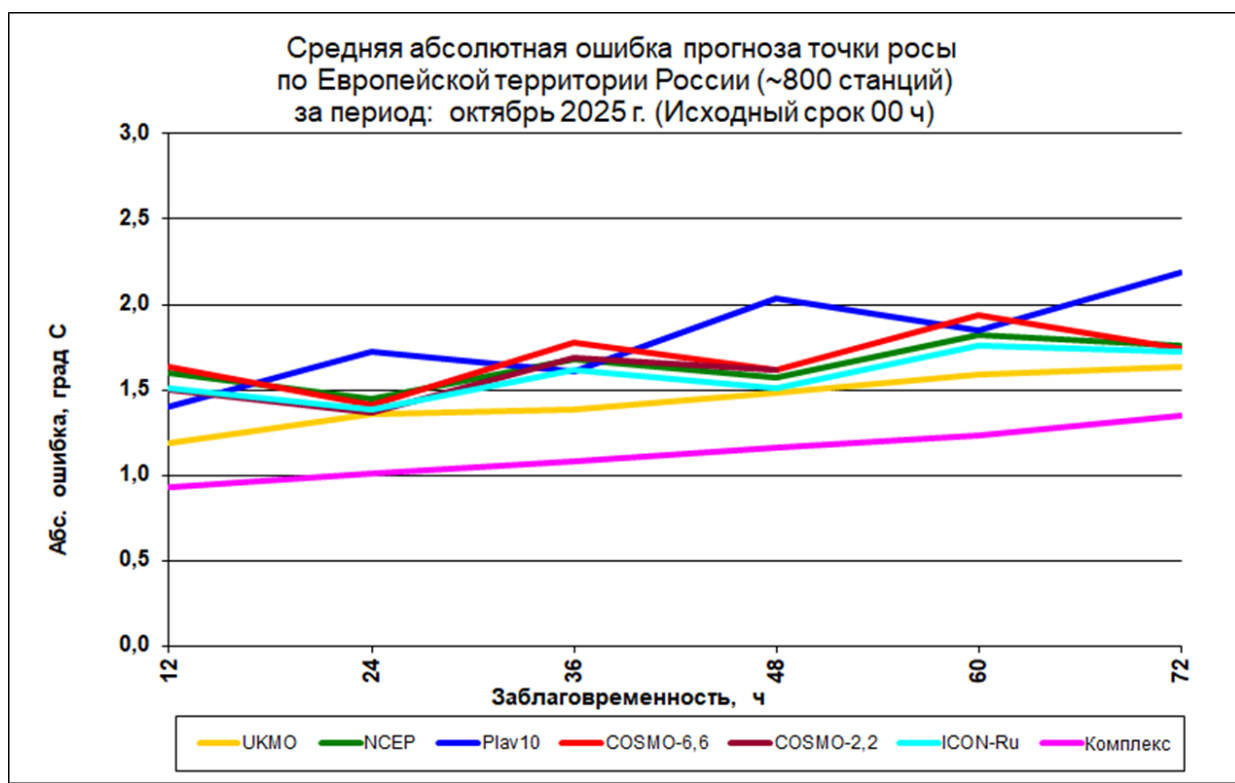
- COSMO-6,6 и COSMO-2,2 – негидростатические мезомасштабные модели с шагом сетки 6,6 км и 2,2 км (Консорциум COSMO, ФГБУ «Гидрометцентр России»);

- «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, Н.А.Светлова).

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		≥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), Канадского метеорологического центра (Canada) и Французской метеорологической службы (France). 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: октябрь 2025 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	86	88	86	85	85	63	0	0,3	0,9	6718
NCEP	84	86	83	80	88	75	0	0,7	1,2	6501
ICON	88	94	83	83	79	52	0	-0,1	0,7	6718
JMA	88	93	85	86	80	55	0	-0,1	0,7	6718
Canada	85	86	89	87	81	59	0	0,1	0,8	6277
PLAV10	86	88	86	84	84	61	14	0,3	0,9	6718
COSMO-6,6	88	97	82	81	79	69	0	-0,2	0,7	3666
COSMO-2,2	85	92	82	80	76	62	25	-0,1	0,8	5226
ICON-Ru	88	94	84	85	79	56	0	-0,1	0,7	6718
Complex	88	94	83	82	88	66	0	0,3	0,8	6718
Кол-во случаев по градациям		3112	815	1895	847	41	7			

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: октябрь 2025 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	81	85	84	49	0	0,2	0,8	6695
NCEP	83	85	79	80	89	72	0	0,6	1,1	6476
ICON	87	94	82	84	77	48	0	-0,1	0,7	6695
JMA	86	91	82	82	82	55	0	0,0	0,8	6695
Canada	85	82	88	87	84	60	0	0,2	0,8	6255
PLAV10	84	88	80	82	81	52	0	0,2	0,9	6695
COSMO-6,6	87	94	80	81	79	68	0	0,0	0,8	3681
COSMO-2,2	84	92	81	81	71	55	0	-0,1	0,9	5185
ICON-Ru	87	93	82	83	76	48	0	-0,1	0,7	6695
Complex	87	93	82	81	86	71	0	0,2	0,7	6695
Кол-во случаев по градациям		3100	690	2100	762	41	2			

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: октябрь 2025 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	$ \delta $	
UKMO	84	86	84	84	80	52	0	0,2	1,0	6708
NCEP	82	85	77	79	85	55	0	0,7	1,2	6488
ICON	85	92	81	81	76	55	14	-0,1	0,8	6708
JMA	85	91	84	84	74	50	0	-0,1	0,9	6708
Canada	84	83	87	87	77	57	0	0,2	1,0	6266
PLAV10	82	85	79	81	78	56	0	0,3	1,1	6708
COSMO-6,6	84	93	80	78	74	50	0	-0,1	1,0	3444
COSMO-2,2	83	92	79	80	67	51	17	-0,1	1,0	4993
ICON-Ru	85	91	82	81	76	54	0	-0,1	0,8	6708
Complex	86	92	82	81	83	52	0	0,2	0,9	6708
Кол-во случаев по градациям		3028	840	1944	847	41	7			

P - общая оправдываемость прогноза; δ - средняя арифметическая ошибка; $|\delta|$ - 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: France, 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). Октябрь 2025 г.

			Pred	klt	ETS	
615	533	1148	53	0.46	0.34	COSMO-2,2
537	16891	17428				
1152	17424	18576				
613	617	1230	71	0.71	0.38	COSMO-6,6
254	11844	12098				
867	12461	13328				
697	389	1086	43	0.24	0.33	ICON-DWD
906	22312	23218				
1603	22701	24304				
1129	542	1671	71	0.34	0.50	Complex
471	21580	22051				
1600	22122	23722				
769	520	1289	48	0.32	0.34	ICON-Ru
834	22181	23015				
1603	22701	24304				

**Евр.терр.России (~800 стан). Оценка прогнозов порывов ветра
на 12 час ($W \geq 18$ м/с) . Октябрь 2025 г.**

			Pred	klt	ETS	
8	8	16	16	0.16	0.13	COSMO-2,2
43	18517	18560				
51	18525	18576				
20	26	46	42	0.54	0.27	COSMO-6,6
28	13254	13282				
48	13280	13328				
20	36	56	26	0.46	0.17	ICON-DWD
58	24190	24248				
78	24226	24304				
43	67	110	56	0.87	0.30	Complex
34	23578	23612				
77	23645	23722				
19	30	49	24	0.38	0.17	ICON-Ru
59	24196	24255				
78	24226	24304				

**Евр.терр.России (~800 стан). Оценка прогнозов порывов ветра
на 12 час ($W \geq 24$ м/с) . Октябрь 2025 г.**

			Pred	klt	ETS	
0	0	0	0	0.00	0.00	COSMO-2,2
2	18574	18576				
2	18574	18576				
2	0	2	100	0.00	1.00	COSMO-6,6
0	13326	13326				
2	13326	13328				
1	5	6	33	1.67	0.12	ICON-DWD
2	24296	24298				
3	24301	24304				
2	15	17	67	5.00	0.11	Complex
1	23704	23705				
3	23719	23722				
1	3	4	33	1.00	0.17	ICON-Ru
2	24298	24300				
3	24301	24304				

Синоптики в административных центрах России наряду с прогнозами различных метеозадач 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
Октябрь 2025 г.**

СИНОП(КП-68)				ICON-Ru				Комплекс			
								порывы >=12 м/с			
61	131	192		33	20	53		63	38	101	
30	2333	2363	0.25	58	2444	2502	0.29	28	2426	2454	0.48
91	2464	2555		91	2464	2555		91	2464	2555	
								порывы >=18 м/с			
12	35	47		2	0	2		10	5	15	
0	2508	2508	0.26	10	2543	2553	0.17	2	2538	2540	0.59
12	2543	2555		12	2543	2555		12	2543	2555	
								порывы >=24 м/с			
4	2	6		0	0	0		4	1	5	
0	2549	2549	0.67	4	2551	2555	0.00	0	2550	2550	0.80
4	2551	2555		4	2551	2555		4	2551	2555	

Красным цветом выделен критерий ETS

**Россия (83 адм. центр). Оценка прогнозов порывов ветра на ~36 ч
Октябрь 2025 г.**

СИНОП(КП-68)				ICON-Ru				Комплекс			
порывы >=12 м/с											
118	187	305		92	67	159		137	76	213	
78	2172	2250	0.26	104	2292	2396	0.32	59	2283	2342	0.47
196	2359	2555		196	2359	2555		196	2359	2555	
порывы >=18 м/с											
9	56	65		2	2	4		10	10	20	
6	2484	2490	0.13	13	2538	2551	0.12	5	2530	2535	0.40
15	2540	2555		15	2540	2555		15	2540	2555	
порывы >=24 м/с											
1	3	4		0	0	0		1	4	5	
0	2551	2551	0.25	1	2554	2555	0.00	0	2550	2550	0.20
1	2554	2555		1	2554	2555		1	2554	2555	

Красным цветом выделен критерий ETS