

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

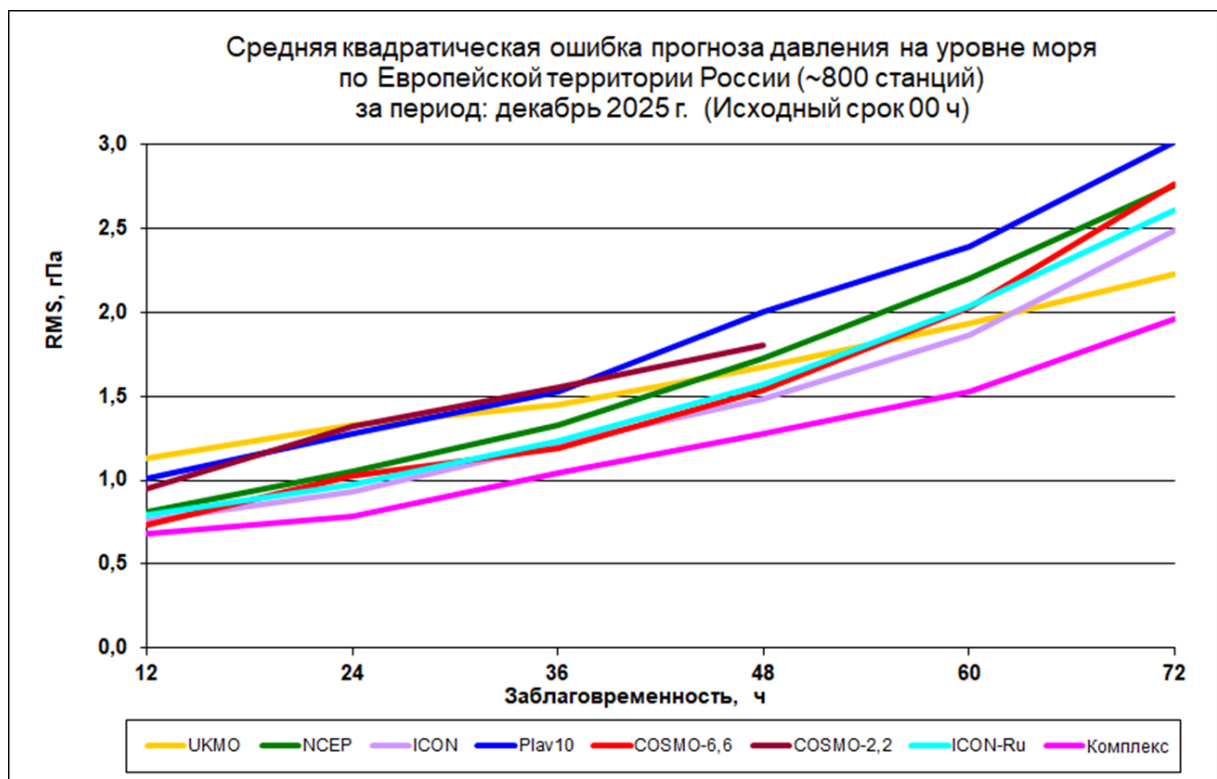
- ICON-Ru – глобальная негидростатическая модель с шагом сетки $\sim 6,5$ км по Северному полушарию (Консорциум COSMO, ФГБУ «Гидрометцентр России»).

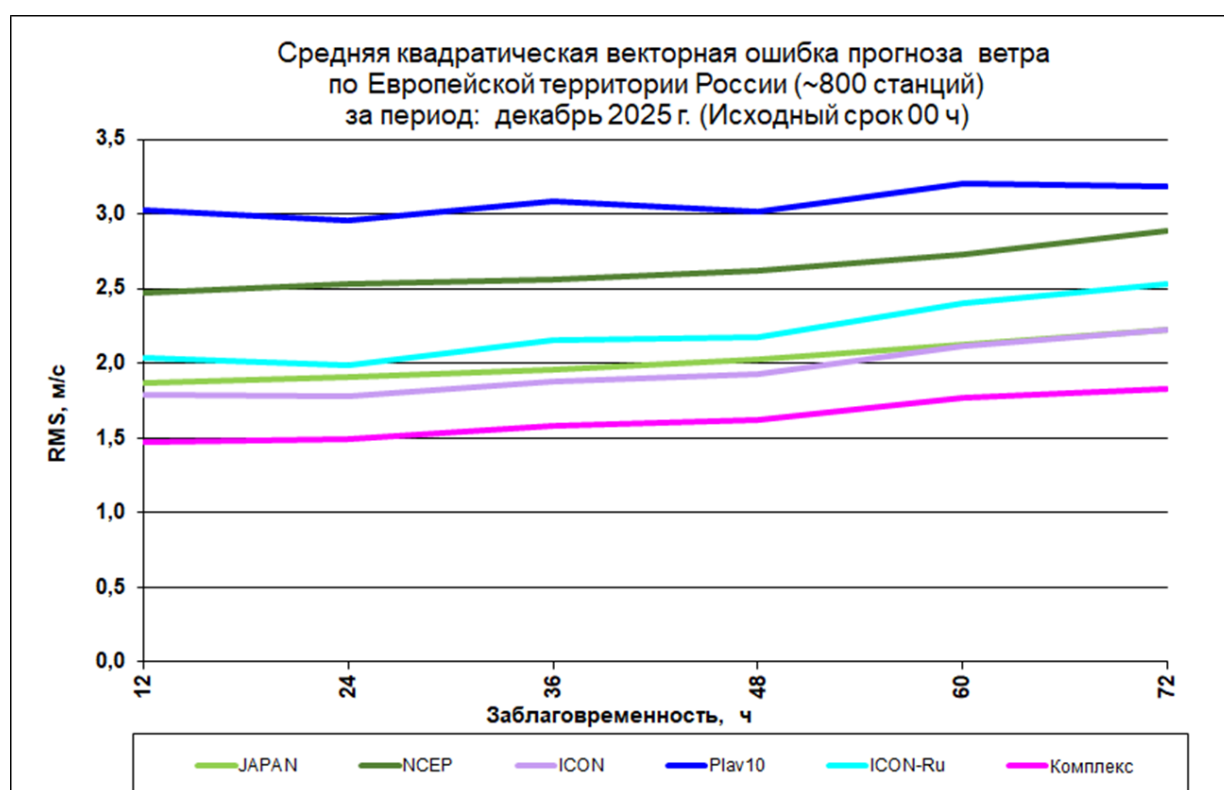
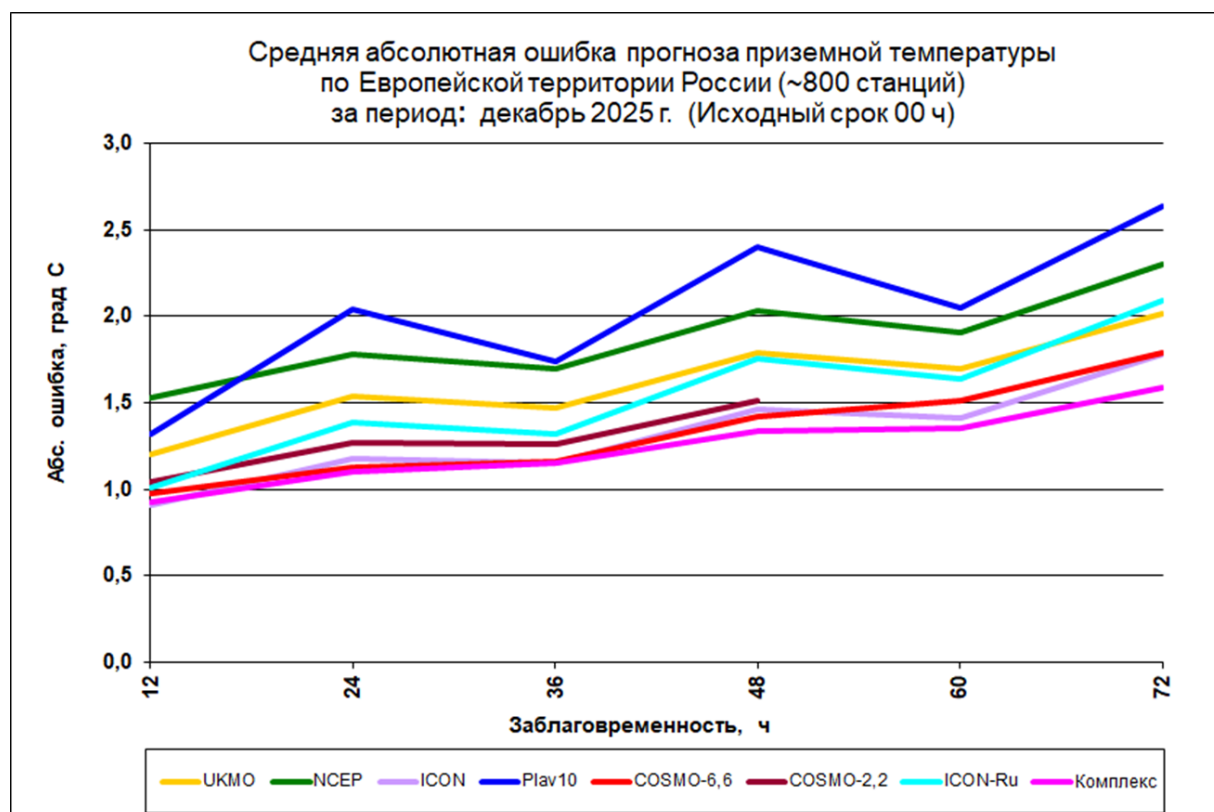
Мезометеорологические модели:

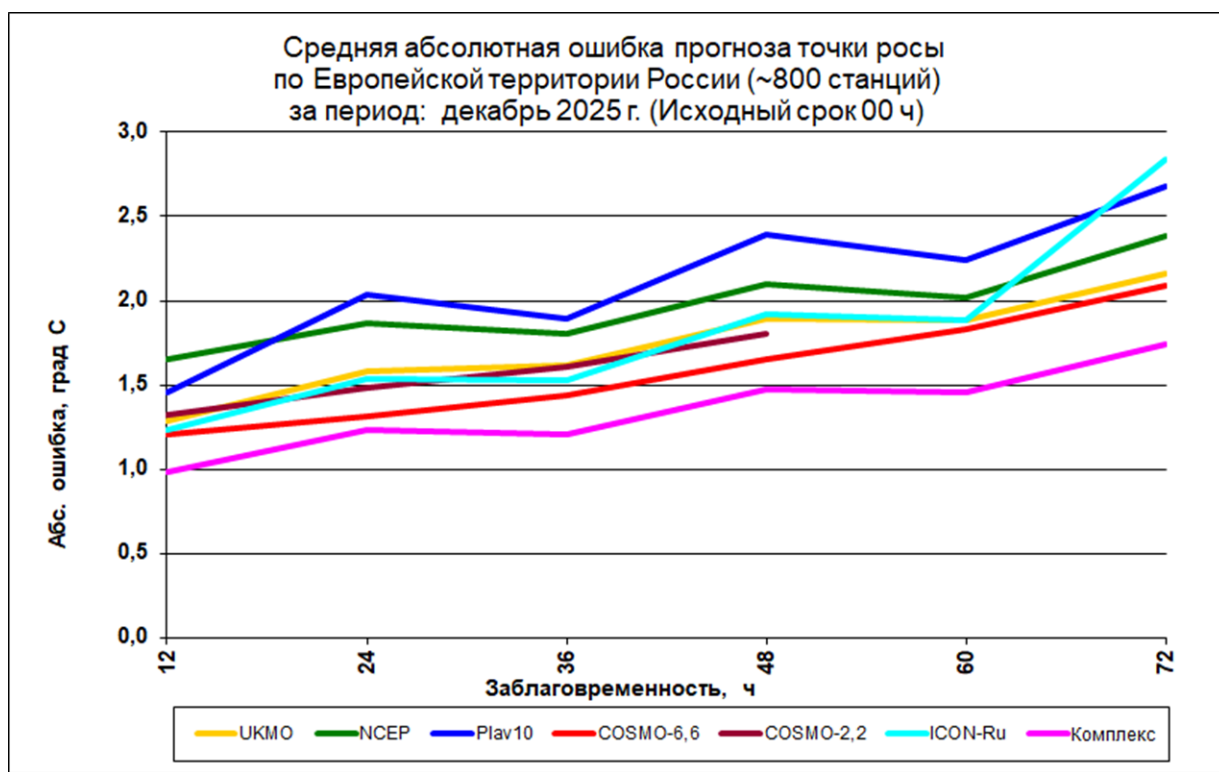
- COSMO-6,6 и COSMO-2,2 – негидростатические мезомасштабные модели с шагом сетки 6,6 км и 2,2 км (Консорциум COSMO, ФГБУ «Гидрометцентр России»);

- «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: декабрь 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	87	88	86	88	85	57	0	0,1	0,5	7087
NCEP	84	91	80	77	88	70	0	0,5	0,8	7087
ICON	86	95	79	84	81	54	0	0,0	0,5	7087
JAPAN	87	92	83	86	86	51	0	0,1	0,5	7087
Canada	86	80	92	90	84	55	0	0,2	0,6	7087
PLAV10	87	89	85	86	84	60	0	0,1	0,5	7087
COSMO-6,6	86	91	83	84	84	69	0	0,1	0,5	2575
COSMO-2,2	88	93	83	86	81	68	0	0,1	0,4	2711
ICON-Ru	86	95	80	84	81	54	0	-0,1	0,5	7087
Complex	86	94	80	80	88	65	0	0,3	0,6	7087
Кол-во случаев по градациям		2401	1285	2312	1037	46	2			

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: декабрь 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	87	85	88	82	71	0	0,1	0,6	7073
NCEP	84	89	80	78	87	92	0	0,6	0,9	7073
ICON	86	93	81	84	80	72	0	-0,1	0,5	7073
JAPAN	87	91	83	87	83	64	0	0,0	0,5	7073
Canada	84	77	91	90	82	70	0	0,2	0,6	7073
PLAV10	85	89	84	85	82	72	0	0,1	0,6	7073
COSMO-6,6	86	91	82	85	79	59	0	0,0	0,5	2549
COSMO-2,2	87	94	81	84	81	76	0	0,1	0,5	2474
ICON-Ru	86	93	81	84	78	74	0	-0,1	0,5	7073
Complex	86	92	80	80	89	83	0	0,3	0,7	7073
Кол-во случаев по градациям		2459	1104	2333	1089	83	1			

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: декабрь 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)	$\bar{\delta}$	$ \bar{\delta} $	
UKMO	85	87	85	87	81	41	0	0,1	0,6	6864
NCEP	82	90	79	75	85	67	0	0,5	0,8	7071
ICON	85	93	79	83	78	51	0	-0,1	0,5	7071
JAPAN	86	92	82	86	81	48	0	0,0	0,5	7071
Canada	84	79	91	88	79	52	0	0,2	0,7	7071
PLAV10	84	87	83	85	78	48	0	0,1	0,6	7071
COSMO-6,6	83	88	82	82	77	54	0	0,1	0,6	2532
COSMO-2,2	83	92	81	80	68	30	0	-0,1	0,6	2494
ICON-Ru	84	93	79	83	76	48	0	-0,1	0,5	7071
Complex	85	93	80	79	85	53	0	0,2	0,6	7071
Кол-во случаев по градам		2239	1246	2319	1010	44	2			

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: 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). Декабрь 2025 г.

			Pred	klt	ETS	
614	319	933	71	0.37	0.48	COSMO-2,2
253	7964	8217				
867	8283	9150				
428	368	796	74	0.63	0.42	COSMO-6,6
154	7924	8078				
582	8292	8874				
852	305	1157	45	0.16	0.36	ICON-DWD
1031	22116	23147				
1883	22421	24304				
1404	763	2167	75	0.41	0.50	Complex
468	20729	21197				
1872	21492	23364				
1095	680	1775	58	0.36	0.39	ICON-Ru
788	21741	22529				
1883	22421	24304				

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

			Pred	klt	ETS	
82	41	123	52	0.26	0.41	COSMO-2,2
76	8951	9027				
158	8992	9150				
32	37	69	46	0.53	0.30	COSMO-6,6
38	8767	8805				
70	8804	8874				
116	67	183	42	0.24	0.33	ICON-DWD
162	23959	24121				
278	24026	24304				
213	166	379	77	0.60	0.48	Complex
62	22923	22985				
275	23089	23364				
130	82	212	47	0.29	0.36	ICON-Ru
148	23944	24092				
278	24026	24304				

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

			Pred	klt	ETS	
5	9	14	26	0.47	0.18	COSMO-2,2
14	9122	9136				
19	9131	9150				
3	1	4	50	0.17	0.43	COSMO-6,6
3	8867	8870				
6	8868	8874				
3	15	18	10	0.52	0.07	ICON-DWD
26	24260	24286				
29	24275	24304				
20	57	77	69	1.97	0.23	Complex
9	23278	23287				
29	23335	23364				
4	15	19	14	0.52	0.09	ICON-Ru
25	24260	24285				
29	24275	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
Декабрь 2025 г.**

СИНОП(КП-68)				ICON-Ru			Комплекс				
порывы >=12 м/с											
109	199	308		112	40	152		164	71	235	
102	2006	2108	0.22	99	2165	2264	0.42	47	2134	2181	0.55
211	2205	2416		211	2205	2416		211	2205	2416	
порывы >=18 м/с											
18	55	73		10	9	19		30	20	50	
20	2323	2343	0.18	28	2369	2397	0.21	8	2358	2366	0.52
38	2378	2416		38	2378	2416		38	2378	2416	
порывы >=24 м/с											
2	5	7		1	3	4		2	7	9	
2	2407	2409	0.22	3	2409	2412	0.14	2	2405	2407	0.18
4	2412	2416		4	2412	2416		4	2412	2416	

Красным цветом выделен критерий ETS

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

СИНОП(КП-68)				ICON-Ru				Комплекс			
порывы >=12 м/с											
126	226	352		127	93	220		175	95	270	
89	1975	2064	0.23	88	2108	2196	0.37	40	2106	2146	0.53
215	2201	2416		215	2201	2416		215	2201	2416	
порывы >=18 м/с											
30	50	80		17	9	26		36	21	57	
19	2317	2336	0.30	32	2358	2390	0.29	13	2346	2359	0.51
49	2367	2416		49	2367	2416		49	2367	2416	
порывы >=24 м/с											
5	5	10		1	5	6		6	8	14	
4	2402	2406	0.36	8	2402	2410	0.07	3	2399	2402	0.35
9	2407	2416		9	2407	2416		9	2407	2416	

Красным цветом выделен критерий ETS