

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

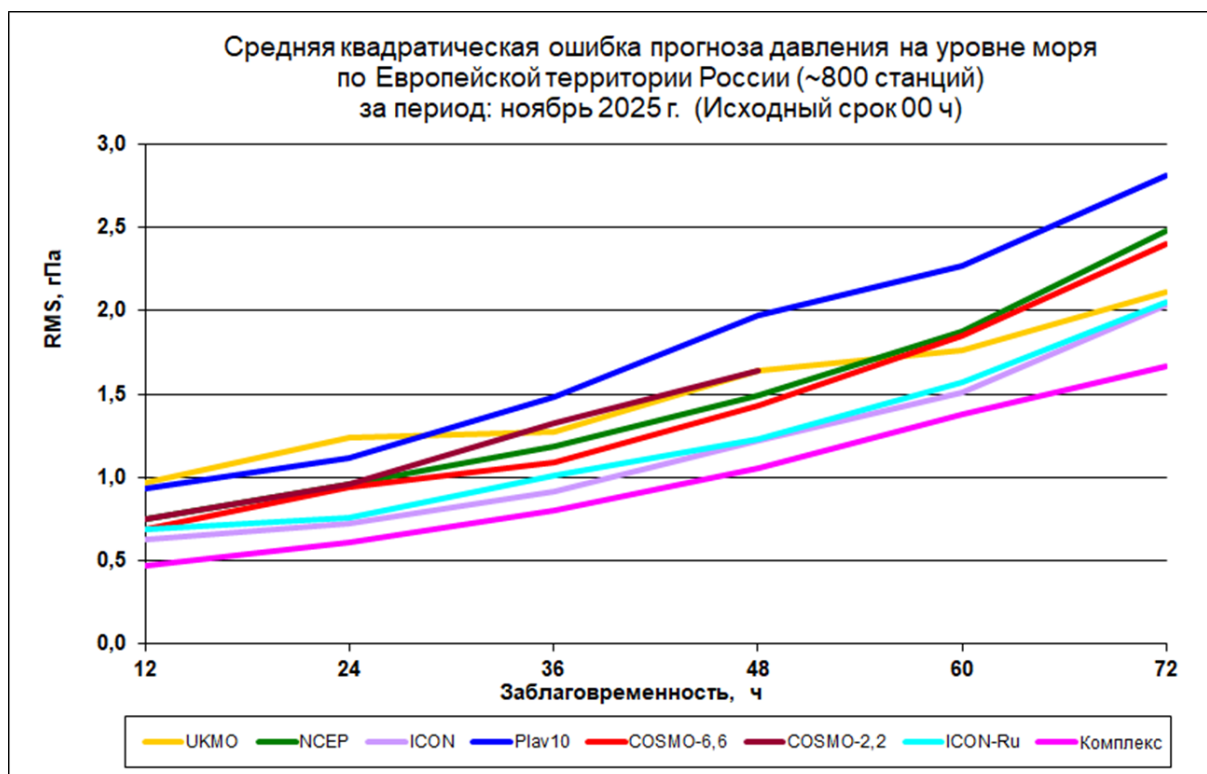
- ICON-Ru – глобальная негидростатическая модель с шагом сетки $\sim 6,5$ км по Северному полушарию (Консорциум COSMO, ФГБУ «Гидрометцентр России»).

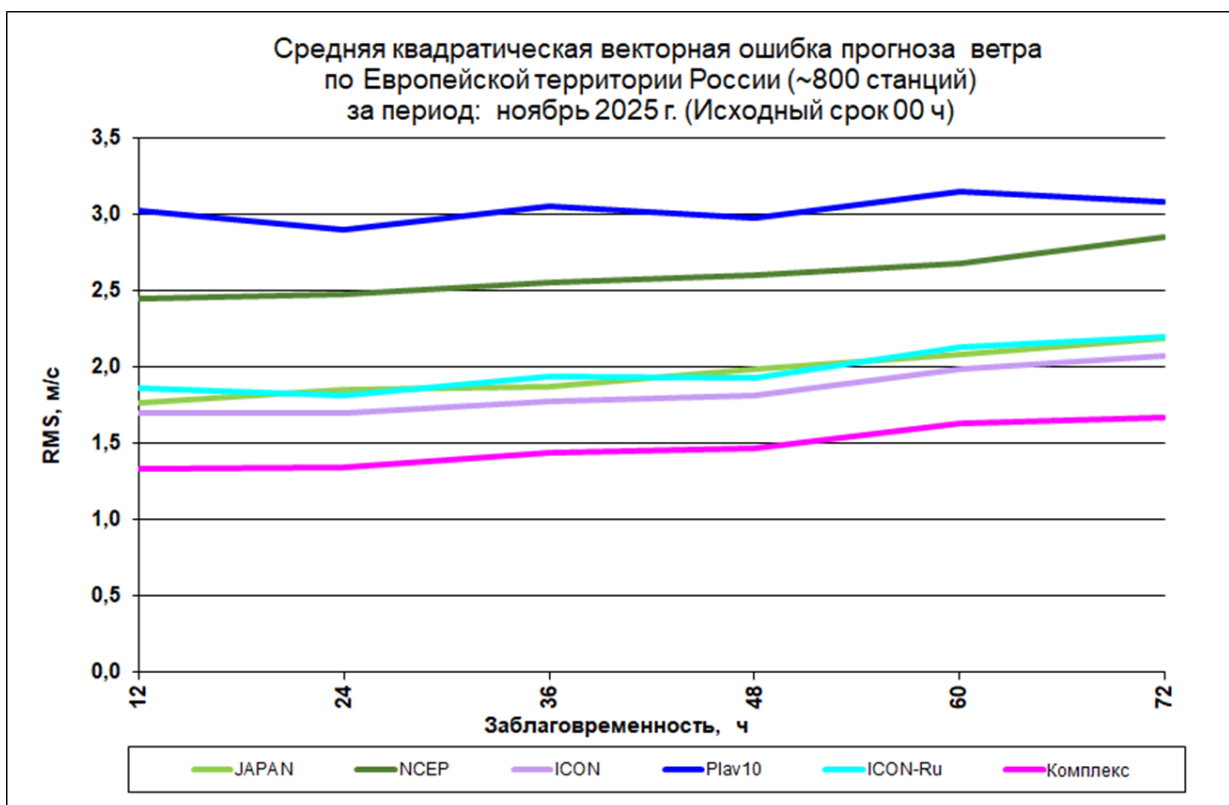
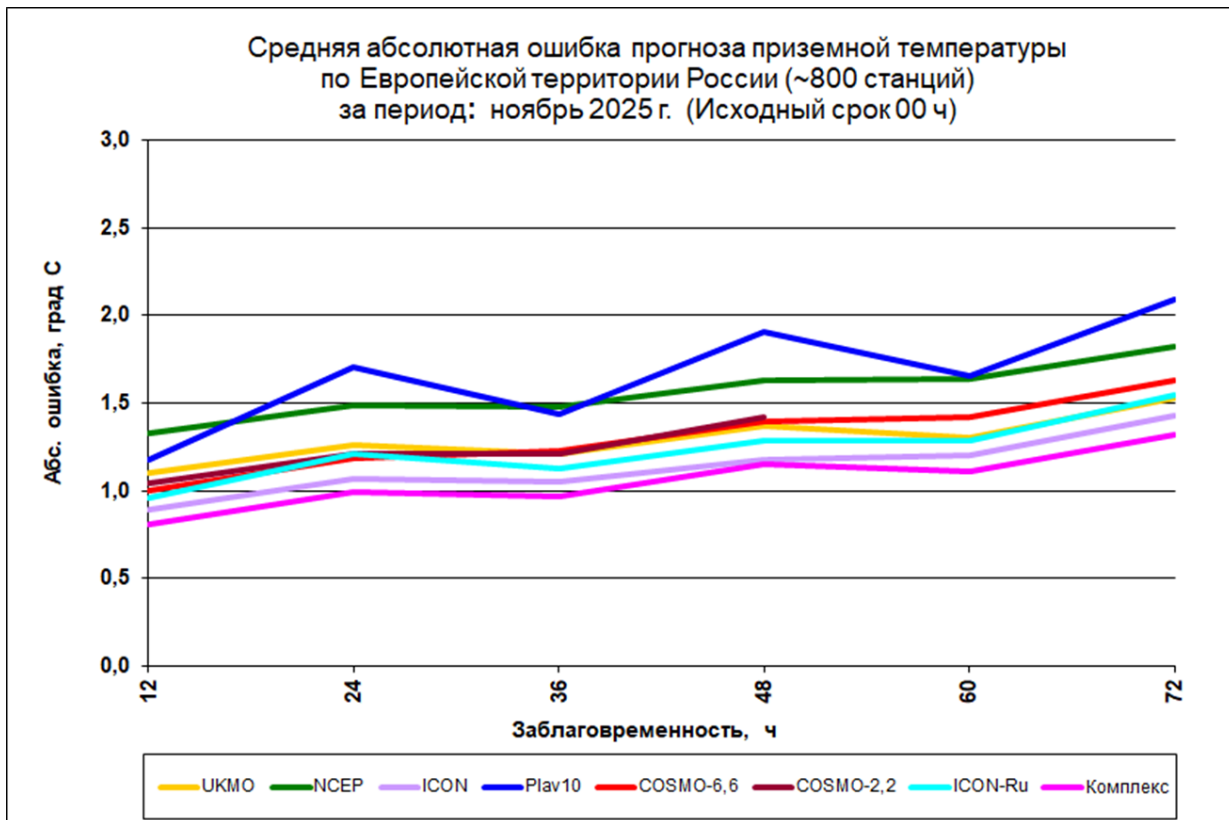
Мезометеорологические модели:

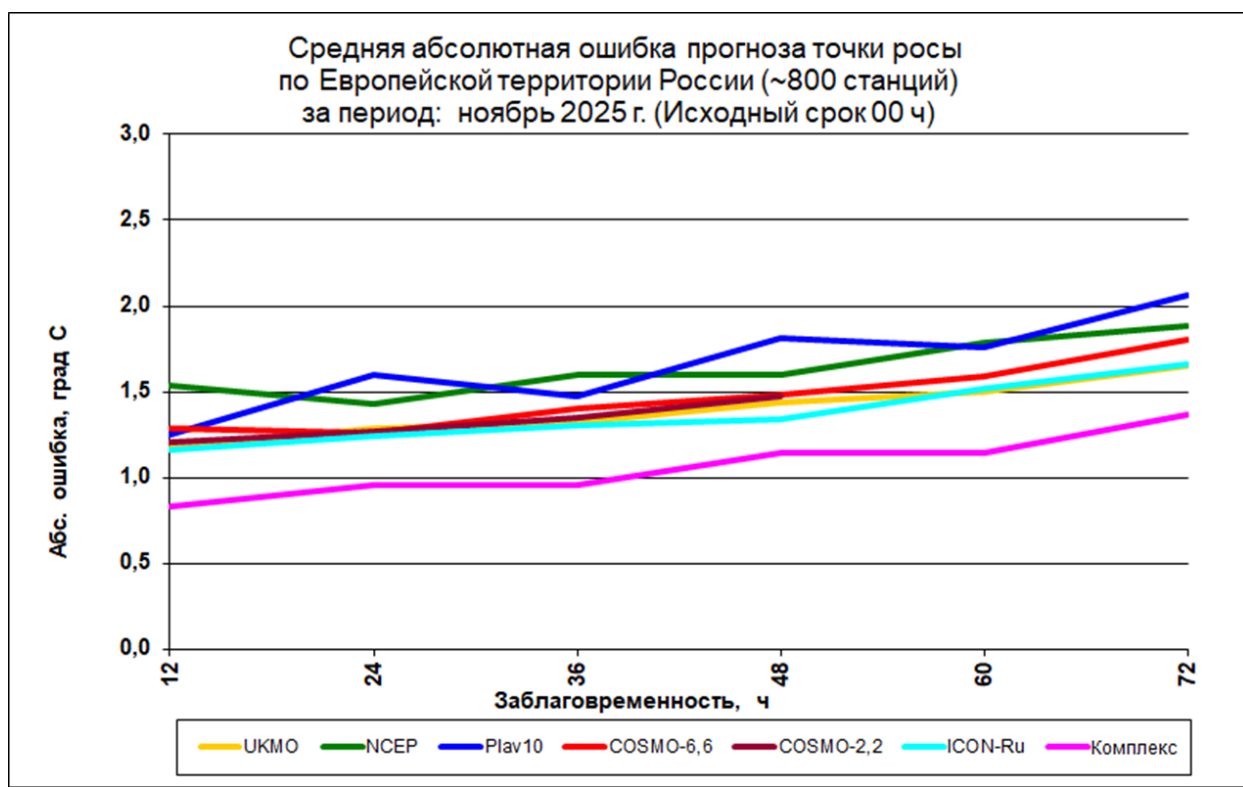
- COSMO-6,6 и COSMO-2,2 – негидростатические мезомасштабные модели с шагом сетки 6,6 км и 2,2 км (Консорциум COSMO, ФГБУ «Гидрометцентр России»);

- «Комплекс» - комплексный прогноз приземных метеозлементов 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: ноябрь 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	89	91	85	88	86	61	0	0,1	0,5	6486
NCEP	87	92	82	79	87	85	0	0,4	0,8	6486
ICON	88	96	80	82	82	61	0	-0,1	0,5	6486
JAPAN	89	93	84	86	86	57	0	0,1	0,5	6486
Canada	86	84	90	90	86	62	0	0,2	0,6	6486
PLAV10	87	91	83	81	90	62	0	0,3	0,6	6486
COSMO-6,6	88	95	81	81	83	64	0	0,1	0,5	4739
COSMO-2,2	86	93	82	79	78	58	0	0,0	0,6	5402
ICON-Ru	88	96	80	83	81	61	0	0,0	0,5	6274
Complex	89	95	82	80	89	74	0	0,3	0,6	6486
Кол-во случаев по градам		3098	922	1639	779	47	0			

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: ноябрь 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	89	84	86	87	68	0	0,2	0,7	6458
NCEP	85	92	79	76	86	73	100	0,5	1,0	6458
ICON	87	95	80	81	83	61	0	0,0	0,6	6458
JAPAN	87	91	83	85	86	66	0	0,1	0,7	6458
Canada	84	81	89	88	86	67	0	0,2	0,8	6458
PLAV10	86	90	81	81	87	64	0	0,2	0,8	6458
COSMO-6,6	87	94	81	82	83	71	0	0,1	0,7	4733
COSMO-2,2	85	92	82	79	79	57	0	0,1	0,8	5166
ICON-Ru	87	94	81	82	82	63	0	-0,1	0,6	6236
Complex	88	95	81	81	88	71	100	0,2	0,7	6458
Кол-во случаев по градам		2977	866	1645	895	67	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: ноябрь 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	87	90	84	84	83	48	0	0,2	0,7	6481
NCEP	84	91	78	74	83	74	0	0,6	1,0	6481
ICON	87	94	80	79	82	49	0	0,0	0,6	6481
JAPAN	86	91	83	82	82	57	0	0,1	0,7	6481
Canada	84	84	88	85	80	60	0	0,3	0,8	6481
PLAV10	84	90	81	77	81	47	0	0,3	0,8	6481
COSMO-6,6	85	91	81	80	76	39	0	0,1	0,7	4752
COSMO-2,2	84	92	79	76	74	46	0	0,1	0,7	4957
ICON-Ru	86	95	79	79	79	48	0	0,0	0,6	6259
Complex	87	94	82	78	87	67	0	0,3	0,7	6481
Кол-во случаев по градациям		3114	911	1610	797	48	0			

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). Ноябрь 2025 г.

			Pred	klt	ETS	
993	600	1593	65	0.39	0.43	COSMO-2,2
540	17217	17757				
1533	17817	19350				
1041	901	1942	78	0.67	0.43	COSMO-6,6
295	15011	15306				
1336	15912	17248				
873	345	1218	48	0.19	0.38	ICON-DWD
951	21351	22302				
1824	21696	23520				
1359	596	1955	75	0.33	0.53	Complex
461	20614	21075				
1820	21210	23030				
1136	606	1742	63	0.34	0.44	ICON-Ru
654	20340	20994				
1790	20946	22736				

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

			Pred	klt	ETS	
53	25	78	36	0.17	0.31	COSMO-2,2
93	19179	19272				
146	19204	19350				
60	45	105	48	0.36	0.35	COSMO-6,6
64	17079	17143				
124	17124	17248				
77	31	108	44	0.18	0.37	ICON-DWD
98	23314	23412				
175	23345	23520				
131	115	246	75	0.66	0.45	Complex
43	22741	22784				
174	22856	23030				
76	36	112	43	0.21	0.36	ICON-Ru
99	22525	22624				
175	22561	22736				

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

			Pred	klt	ETS	
10	4	14	40	0.16	0.34	COSMO-2,2
15	19321	19336				
25	19325	19350				
12	1	13	63	0.05	0.60	COSMO-6,6
7	17228	17235				
19	17229	17248				
19	6	25	59	0.19	0.50	ICON-DWD
13	23482	23495				
32	23488	23520				
27	23	50	84	0.72	0.49	Complex
5	22975	22980				
32	22998	23030				
18	5	23	56	0.16	0.49	ICON-Ru
14	22699	22713				
32	22704	22736				

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
Ноябрь 2025 г.**

СИНОП(КП-68)				ICON-Ru				Комплекс			
порывы >=12 м/с											
98	224	322		61	57	118		99	98	197	
38	2104	2142	0.24	75	2271	2346	0.29	37	2230	2267	0.40
136	2328	2464		136	2328	2464		136	2328	2464	
порывы >=18 м/с											
15	51	66		4	1	5		12	7	19	
2	2396	2398	0.22	13	2446	2459	0.22	5	2440	2445	0.50
17	2447	2464		17	2447	2464		17	2447	2464	
порывы >=24 м/с											
3	5	8		0	0	0		1	2	3	
2	2454	2456	0.30	5	2459	2464	0.00	4	2457	2461	0.14
5	2459	2464		5	2459	2464		5	2459	2464	

Красным цветом выделен критерий ETS

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

СИНОП(КП-68)				ICON-Ru			Комплекс				
порывы >=12 м/с											
149	235	384		123	111	234		174	81	255	
83	1997	2080	0.26	109	2121	2230	0.31	58	2151	2209	0.52
232	2232	2464		232	2232	2464		232	2232	2464	
порывы >=18 м/с											
15	51	66		2	3	5		17	11	28	
5	2393	2398	0.21	18	2441	2459	0.09	3	2433	2436	0.55
20	2444	2464		20	2444	2464		20	2444	2464	
порывы >=24 м/с											
3	3	6		0	0	0		2	1	3	
0	2458	2458	0.50	3	2461	2464	0.00	1	2460	2461	0.50
3	2461	2464		3	2461	2464		3	2461	2464	

Красным цветом выделен критерий ETS