

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

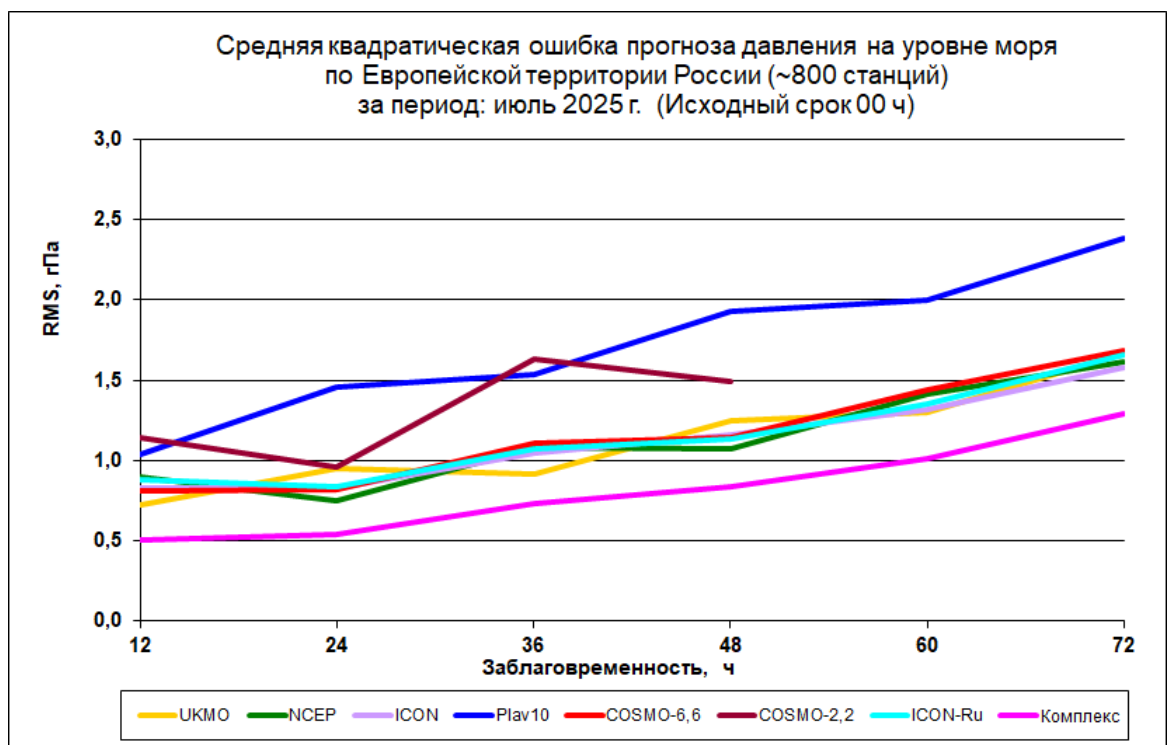
- ICON-Ru – глобальная негидростатическая модель с шагом сетки $\sim 6,5$ км по Северному полушарию (Консорциум COSMO, ФГБУ «Гидрометцентр России»).

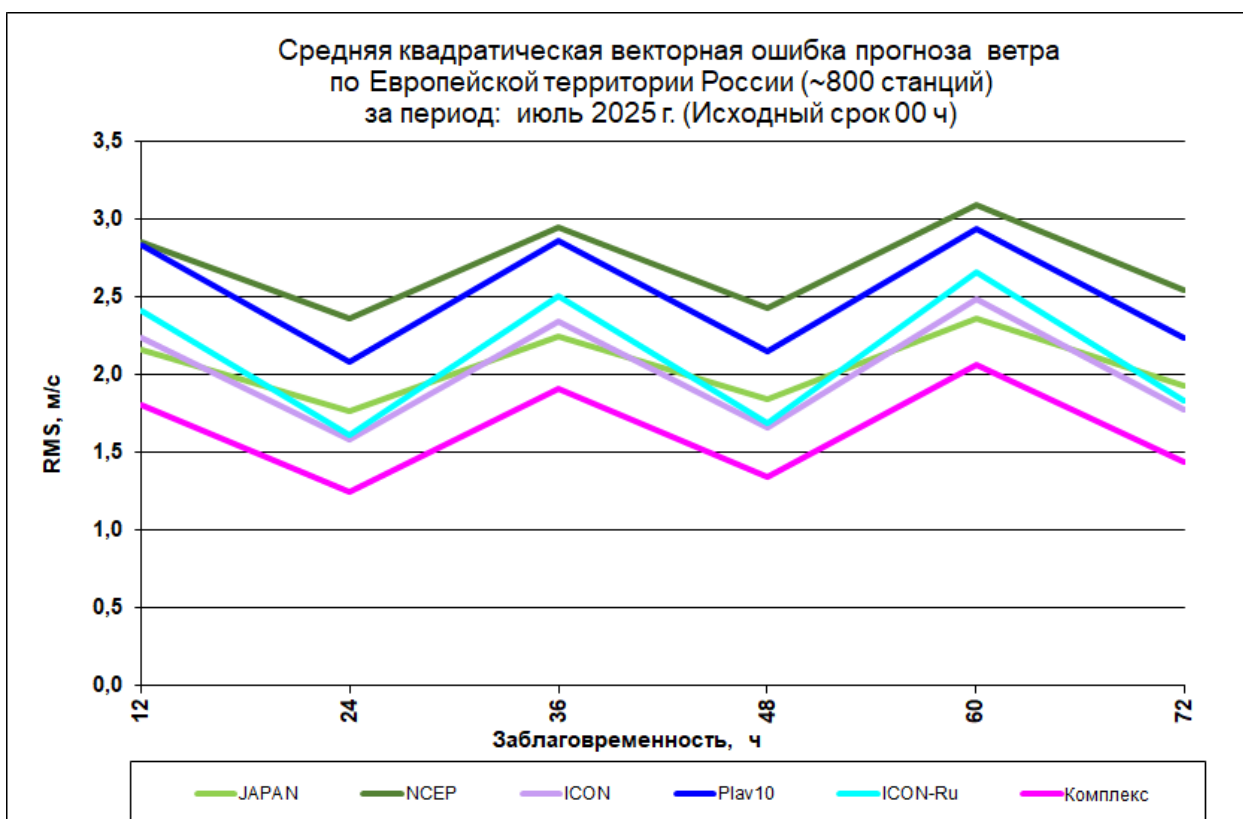
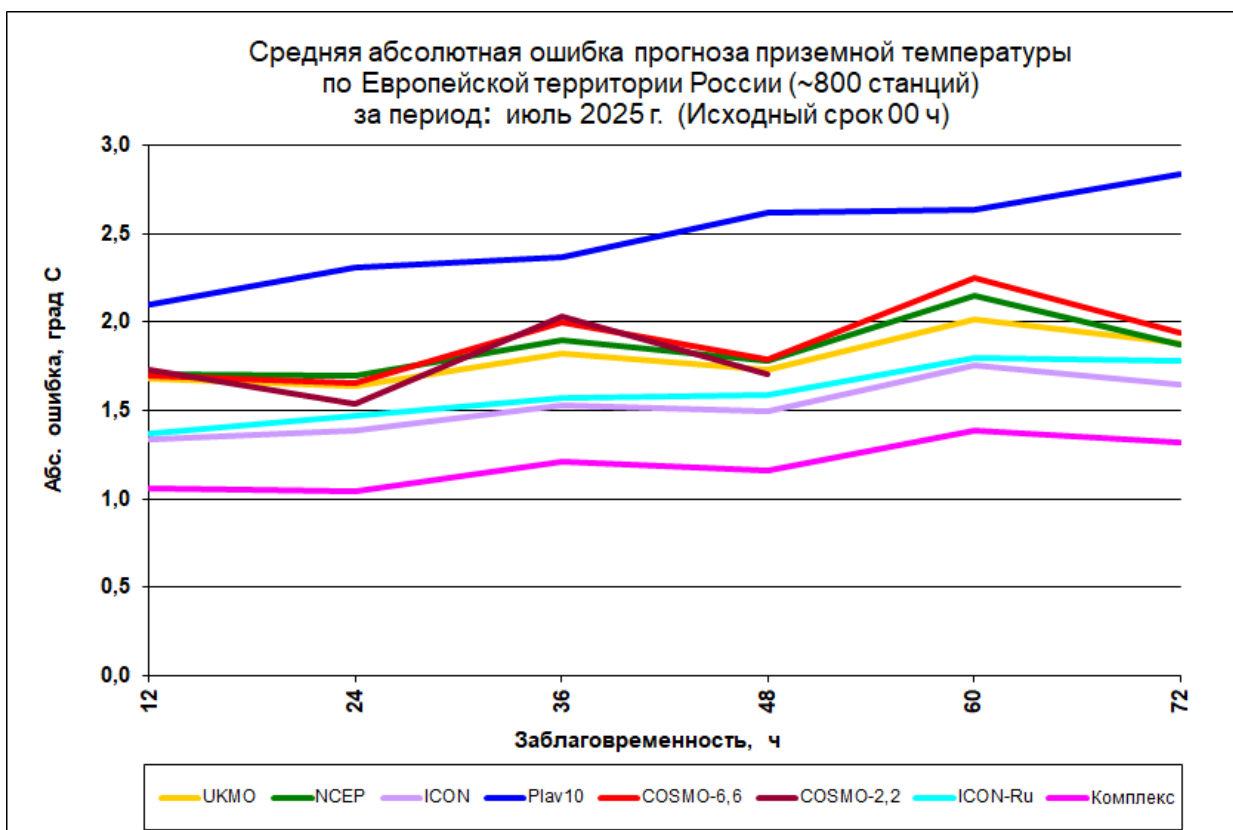
Мезометеорологические модели:

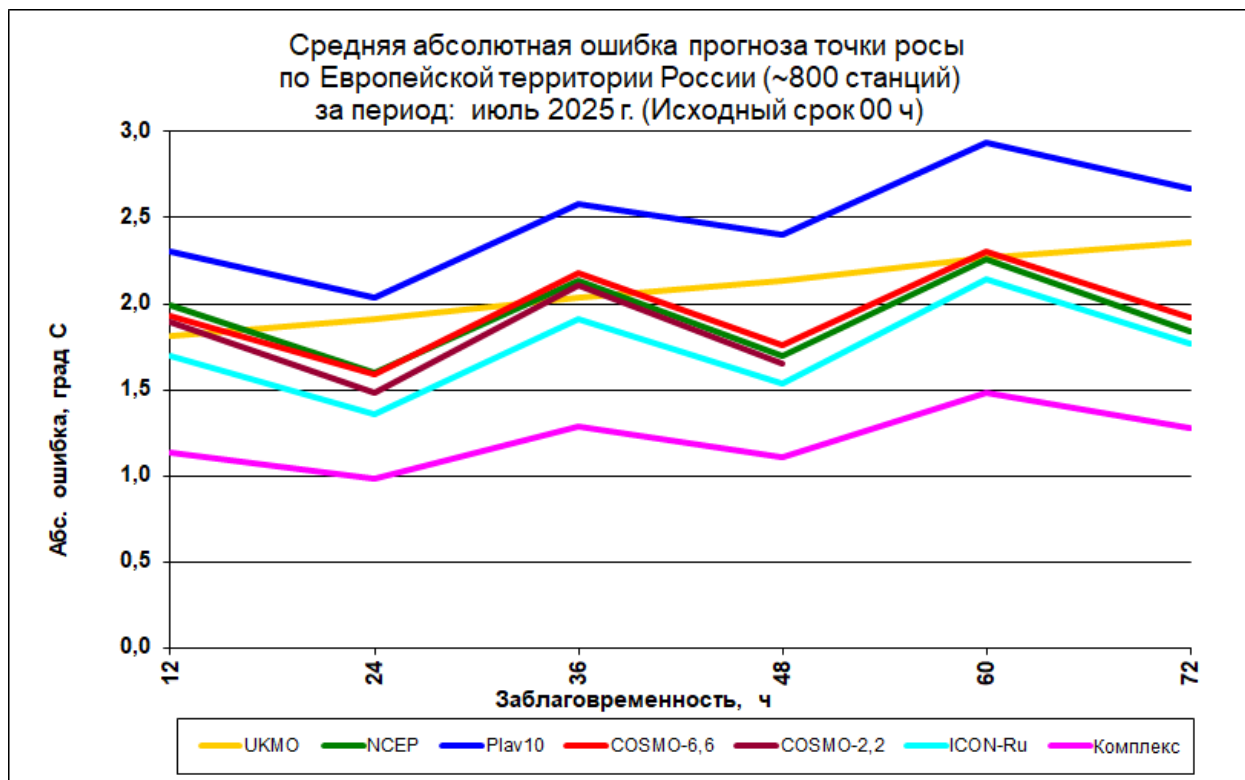
- COSMO-6,6 и COSMO-2,2 – негидростатические мезомасштабные модели с шагом сетки 6,6 км и 2,2 км (Консорциум COSMO, ФГБУ «Гидрометцентр России»);

- «Комплекс» - комплексный прогноз приземных метеозадач 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: июль 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	76	81	65	66	76	46	7	1,0	2,4	6537
NCEP	69	74	49	50	72	65	23	3,0	3,9	6537
ICON	82	89	67	72	75	40	7	-0,1	1,6	6537
JAPAN	81	88	65	69	75	44	5	0,3	1,9	6537
Canada	82	89	77	78	65	30	6	-0,5	1,6	5477
PLAV10	65	64	53	66	85	47	9	0,6	2,2	6537
COSMO-6,6	80	89	65	67	62	34	6	-0,5	1,9	3996
COSMO-2,2	80	92	69	65	53	34	0	-0,1	2,0	5264
ICON-Ru	83	90	68	73	74	41	2	-0,2	1,6	6116
Complex	84	91	73	73	75	39	5	-0,3	1,5	6537
Кол-во случаев по градациям		4368	440	849	694	143	43			

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 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	82	88	68	67	69	49	43	1,0	1,6	6549
NCEP	76	79	60	64	79	65	5	1,6	2,1	6549
ICON	85	91	71	72	65	43	0	0,1	1,1	6549
JAPAN	85	90	72	75	66	28	0	-0,1	1,1	6549
Canada	84	89	79	71	60	43	0	0,2	1,2	5498
PLAV10	81	84	72	74	69	40	0	0,2	1,2	6549
COSMO-6,6	85	93	67	63	49	38	0	0,3	1,1	4011
COSMO-2,2	85	95	73	65	47	37	0	-0,1	1,2	5283
ICON-Ru	85	92	70	72	62	43	0	0,0	1,1	5921
Complex	87	93	75	74	68	42	0	-0,2	0,9	6549
Кол-во случаев по градациям		4868	322	787	479	72	21			

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 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	74	79	61	63	74	44	2	1,1	2,7	6535
NCEP	68	74	46	51	75	52	10	2,5	3,7	6535
ICON	80	86	68	70	72	45	0	0,1	2,0	6535
JAPAN	80	89	65	67	67	37	0	0,1	2,0	6535
Canada	79	87	70	74	57	28	2	-0,2	2,0	5692
PLAV10	69	71	55	64	81	46	4	0,5	2,3	6535
COSMO-6,6	78	88	70	67	50	23	0	-0,3	2,0	3996
COSMO-2,2	80	92	67	62	43	30	6	-0,2	2,2	5057
ICON-Ru	81	89	70	72	71	37	2	-0,2	1,9	5061
Complex	83	90	74	74	69	33	2	-0,5	1,6	6535
Кол-во случаев по градациям		4383	425	805	723	149	50			

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). Июль 2025

			Pred	klt	ETS	
1060	3281	4341	63	1.94	0.14	COSMO-2,2
635	13600	14235				
1695	16881	18576				
782	3025	3807	63	2.45	0.12	COSMO-6,6
452	10637	11089				
1234	13662	14896				
761	633	1394	35	0.29	0.24	ICON-DWD
1386	21524	22910				
2147	22157	24304				
1011	720	1731	47	0.34	0.32	Complex
1128	20925	22053				
2139	21645	23784				
873	938	1811	41	0.44	0.24	ICON-Ru
1274	21219	22493				
2147	22157	24304				

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

			Pred	klt	ETS	
17	226	243	18	2.38	0.05	COSMO-2,2
78	18255	18333				
95	18481	18576				
12	117	129	16	1.60	0.06	COSMO-6,6
61	14706	14767				
73	14823	14896				
13	22	35	11	0.18	0.09	ICON-DWD
108	24161	24269				
121	24183	24304				
30	53	83	25	0.45	0.17	Complex
89	23612	23701				
119	23665	23784				
16	25	41	13	0.21	0.11	ICON-Ru
105	24158	24263				
121	24183	24304				

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

			Pred	klt	ETS	
0	30	30	0	3.75	0.00	COSMO-2,2
8	18538	18546				
8	18568	18576				
0	0	0	0	0.00	0.00	COSMO-6,6
5	14891	14896				
5	14891	14896				
0	0	0	0	0.00	0.00	ICON-DWD
9	24295	24304				
9	24295	24304				
0	6	6	0	0.67	0.00	Complex
9	23769	23778				
9	23775	23784				
0	1	1	0	0.11	0.00	ICON-Ru
9	24294	24303				
9	24295	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 Июль 2025 г.											
СИНОП(КП-68)				ICON-Ru			Комплекс				
порывы >=12 м/с											
36	190	226		7	20	27		30	23	53	
33	2269	2302	0.12	62	2439	2501	0.08	39	2436	2475	0.32
69	2459	2528		69	2459	2528		69	2459	2528	
порывы >=18 м/с											
3	40	43		0	0	0		2	3	5	
1	2484	2485	0.07	4	2524	2528	0.00	2	2521	2523	0.29
4	2524	2528		4	2524	2528		4	2524	2528	
порывы >=24 м/с											
0	1	1		0	0	0		0	0	0	
0	2527	2527	0.00	0	2528	2528	NaN	0	2528	2528	NaN
0	2528	2528		0	2528	2528		0	2528	2528	

Красным цветом выделен критерий ETS

Россия (83 адм. центр). Оценка прогнозов порывов ветра на ~36 ч Июль 2025 г.											
СИНОП(КП-68)				ICON-Ru			Комплекс				
порывы >=12 м/с											
113	372	485		78	148	226		108	87	195	
103	1940	2043	0.13	138	2164	2302	0.17	108	2225	2333	0.32
216	2312	2528		216	2312	2528		216	2312	2528	
порывы >=18 м/с											
9	72	81		0	6	6		6	10	16	
8	2439	2447	0.10	17	2505	2522	0.00	11	2501	2512	0.22
17	2511	2528		17	2511	2528		17	2511	2528	
порывы >=24 м/с											
0	3	3		0	0	0		0	2	2	
1	2524	2525	0.00	1	2527	2528	0.00	1	2525	2526	0.00
1	2527	2528		1	2527	2528		1	2527	2528	

Красным цветом выделен критерий ETS