

# Оценки прогнозов приземных метеорологических полей, рассчитанные для различных гидродинамических моделей по синоптическим станциям Европейской территории РФ за период: январь 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  $\sim 10$  км (ФГБУ «Гидрометцентр России», автор М.А. Толстых);

*Заметим, что реальное разрешение этих моделей 10-15 км.*

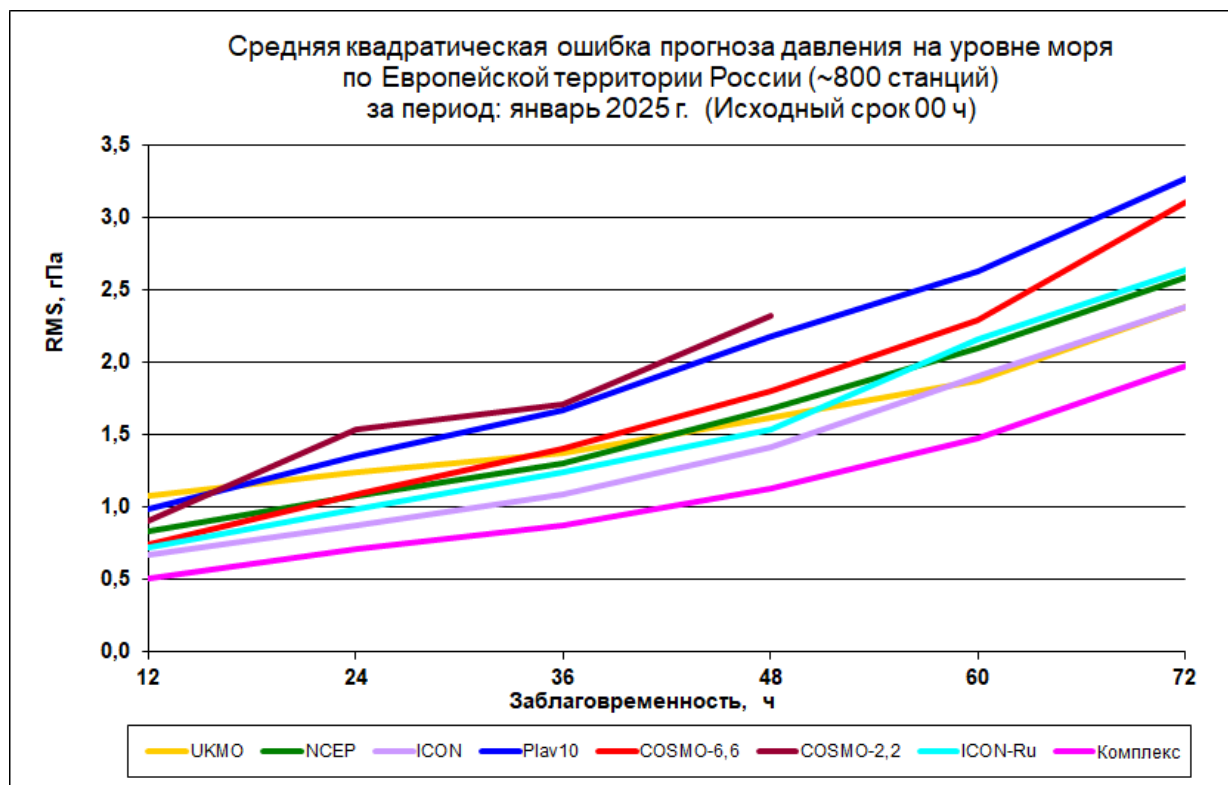
- ICON-Ru – глобальная негидростатическая модель с шагом сетки  $\sim 6,5$  км по Северному полушарию (Консорциум COSMO, ФГБУ «Гидрометцентр России»).

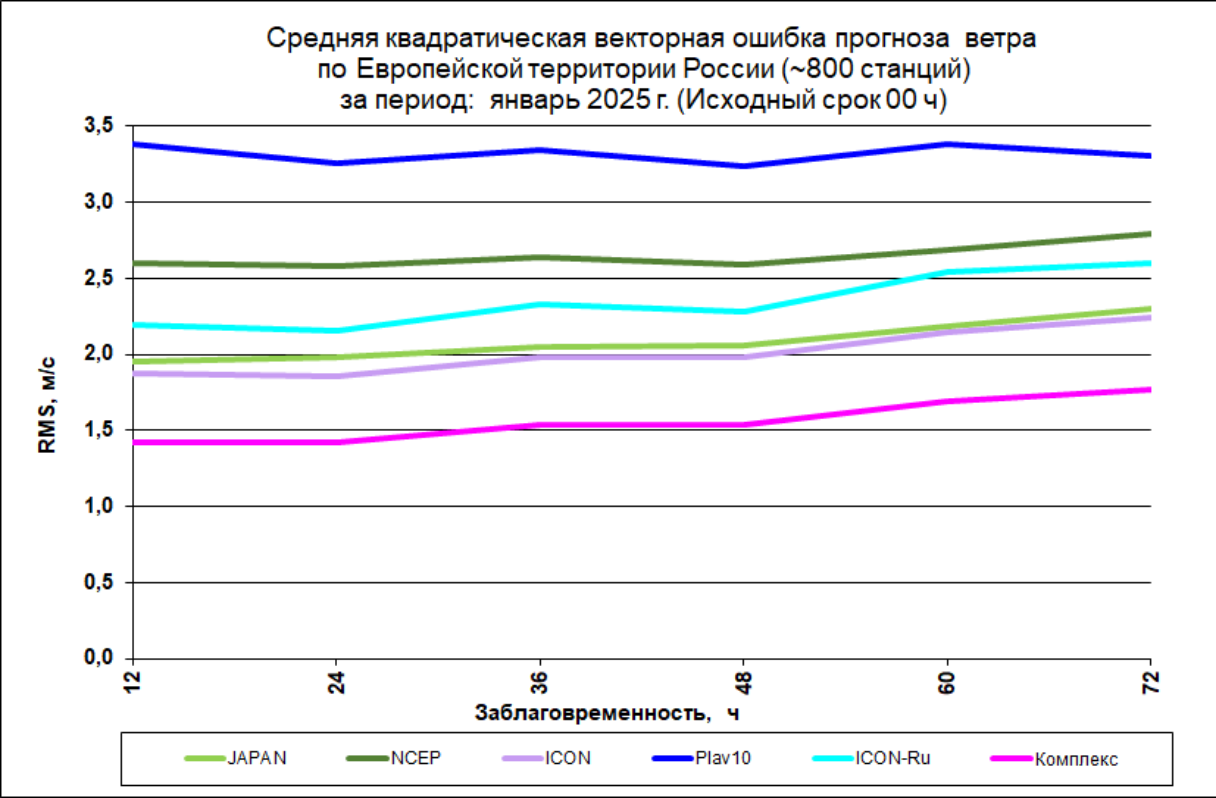
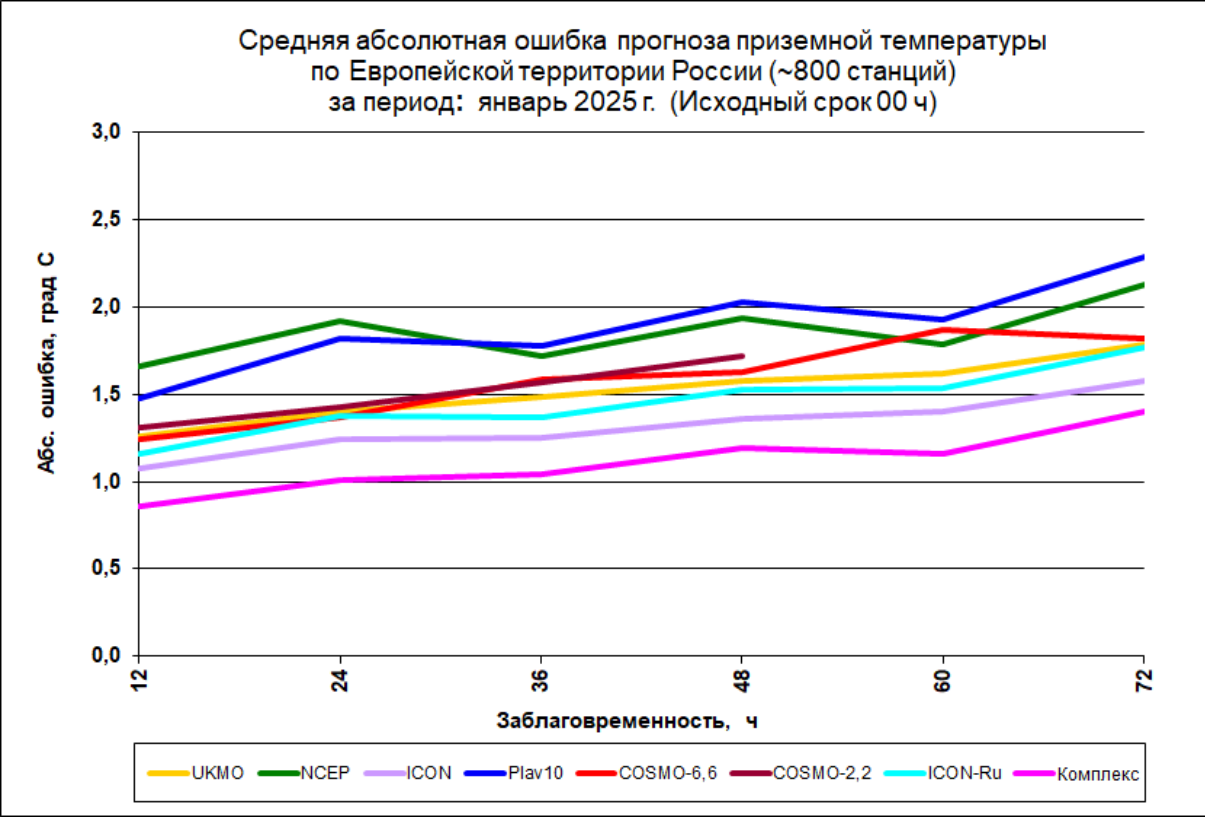
## **Мезометеорологические модели:**

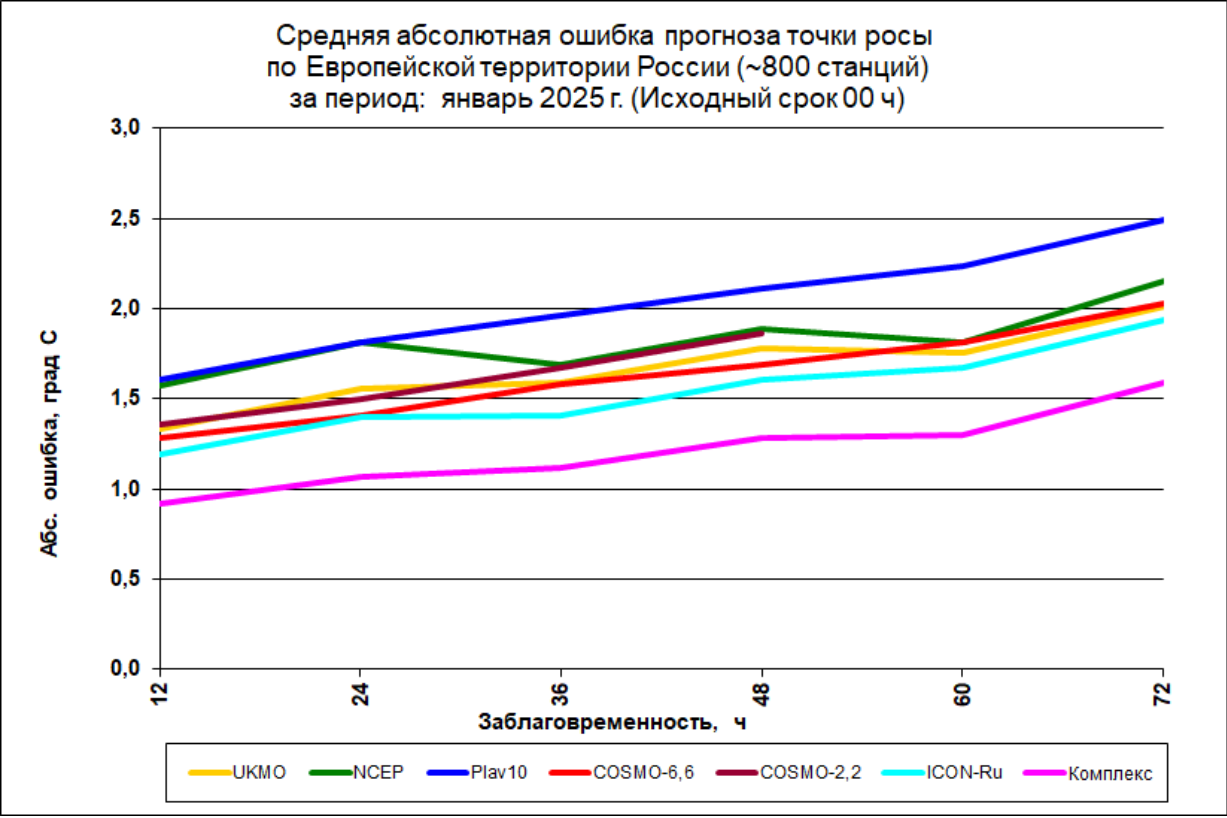
- COSMO-6,6 и COSMO-2,2 – негидростатические мезомасштабные модели с шагом сетки 6,6 км и 2,2 км (Консорциум COSMO, ФГБУ «Гидрометцентр России»);

- «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  $\geq 30$  мм/12 ч ( $\geq 16$  мм/12 ч для снега) вместо  $\geq 50$  мм/12 ч ( $\geq 20$  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: январь 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	87	87	89	67	0	0,1	0,5	6403
NCEP	86	92	82	81	89	87	0	0,5	0,7	6196
ICON	88	97	81	84	86	75	0	0,0	0,5	6403
JAPAN	88	94	84	86	86	64	0	0,1	0,5	6403
France	89	94	85	87	86	76	0	0,0	0,5	3151
Canada	88	85	91	89	88	71	0	0,2	0,6	6403
PLAV10	86	87	86	83	88	75	0	0,3	0,6	6403
COSMO-6,6	88	92	85	86	89	77	0	0,1	0,4	3530
COSMO-2,2	88	95	81	84	84	62	0	0,0	0,5	4331
ICON-Ru	88	97	81	83	85	77	0	0,0	0,4	6403
Complex	88	96	82	82	89	80	0	0,3	0,6	6403
Кол-во случаев по градациям		2449	1135	1906	844	68	1			

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: январь 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	88	89	84	71	0	0,1	0,6	6359
NCEP	85	92	80	78	88	80	67	0,5	0,8	6147
ICON	87	95	82	83	82	62	0	0,0	0,5	6359
JAPAN	88	92	84	86	84	72	0	0,1	0,5	6359
France	87	92	85	86	84	74	33	0,0	0,6	3125
Canada	86	83	91	88	84	72	0	0,2	0,6	6359
PLAV10	85	87	84	84	86	64	0	0,2	0,7	6359
COSMO-6,6	86	89	86	84	84	75	33	0,1	0,5	3484
COSMO-2,2	85	93	79	80	80	65	33	0,1	0,6	4085
ICON-Ru	87	95	81	83	80	64	0	-0,1	0,5	5964
Complex	87	95	81	80	90	81	33	0,3	0,6	6359
Кол-во случаев по градациям		2462	1069	1982	785	58	3			

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: январь 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	89	86	87	78	61	0	0,1	0,6	6198
NCEP	84	91	80	79	82	83	0	0,4	0,8	6194
ICON	86	95	81	83	79	72	0	0,0	0,6	6400
JAPAN	86	92	82	86	78	53	0	0,0	0,6	6400
France	85	92	84	84	78	67	0	0,0	0,7	3147
Canada	84	83	87	87	77	70	0	0,2	0,7	6400
PLAV10	84	86	83	82	82	61	0	0,2	0,7	6400
COSMO-6,6	85	91	82	82	80	77	0	0,2	0,6	3499
COSMO-2,2	82	90	79	80	67	67	0	0,1	0,8	4117
ICON-Ru	86	95	81	82	76	68	0	0,0	0,6	5796
Complex	86	95	81	81	83	73	0	0,2	0,6	6400
Кол-во случаев по градам		2269	1130	1933	790	75	1			

P - общая оправдываемость прогноза; δ - средняя арифметическая ошибка; |δ| - 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  $\geq 12$  м/с (вероятно, из-за отсутствия оборудования). Факт порыва ветра фиксировался, если на станции наблюдались порывы  $\geq 12$  м/с в интервале  $\pm 3$  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  $\geq 12$  м/с,  $\geq 18$  м/с или  $\geq 24$  м/с в интервале  $\pm 3$  ч от времени заблаговременности прогноза.

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

			Pred	kLT	ETS	
1005	847	1852	70	0.59	0.38	France
440	9468	9908				
1445	10315	11760				
840	774	1614	68	0.63	0.37	Cosmo-6,6
387	11327	11714				
1227	12101	13328				
1181	595	1776	63	0.32	0.43	Cosmo-2,2
698	13780	14478				
1879	14375	16254				
1498	818	2316	58	0.32	0.40	ICON-Ru
1064	20924	21988				
2562	21742	24304				
1089	328	1417	43	0.13	0.34	ICON (DWD)
1473	21414	22887				
2562	21742	24304				
1947	815	2762	76	0.32	0.54	Complex
612	20359	20971				
2559	21174	23733				

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

			Pred	kLT	ETS	
34	57	91	29	0.49	0.19	France
83	11586	11669				
117	11643	11760				
25	33	58	32	0.43	0.22	Cosmo-6,6
52	13218	13270				
77	13251	13328				
20	29	49	16	0.24	0.13	Cosmo-2,2
103	16102	16205				
123	16131	16254				
33	44	77	18	0.25	0.15	ICON-Ru
146	24081	24227				
179	24125	24304				
28	39	67	16	0.22	0.13	ICON (DWD)
151	24086	24237				
179	24125	24304				
100	121	221	56	0.68	0.33	Complex
79	23433	23512				
179	23554	23733				

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

			Pred	kLT	ETS	
0	1	1	0	0.33	0.00	France
3	11756	11759				
3	11757	11760				
6	0	6	55	0.00	0.55	Cosmo-6,6
5	13317	13322				
11	13317	13328				
6	2	8	50	0.17	0.43	Cosmo-2,2
6	16240	16246				
12	16242	16254				
0	0	0	0	0.00	0.00	ICON-Ru
14	24290	24304				
14	24290	24304				
1	2	3	7	0.14	0.06	ICON(DWD)
13	24288	24301				
14	24290	24304				
10	13	23	71	0.93	0.37	Complex
4	23706	23710				
14	23719	23733				

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  
Январь 2025 г.**

СИНОП(КП-68)	ICON-Ru	Комплекс
порывы $\geq 12$ м/с		
127 246 373	110 91 201	161 112 273
85 2095 2180 <b>0.23</b>	102 2250 2352 <b>0.33</b>	51 2229 2280 <b>0.46</b>
212 2341 2553	212 2341 2553	212 2341 2553
порывы $\geq 18$ м/с		
19 57 76	1 6 7	17 10 27
5 2472 2477 <b>0.23</b>	23 2523 2546 <b>0.03</b>	7 2519 2526 <b>0.50</b>
24 2529 2553	24 2529 2553	24 2529 2553
порывы $\geq 24$ м/с		
1 5 6	0 0 0	0 3 3
0 2547 2547 <b>0.17</b>	1 2552 2553 <b>0.00</b>	1 2549 2550 <b>0.00</b>
1 2552 2553	1 2552 2553	1 2552 2553

Красным цветом выделен критерий ETS

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

СИНОП(КП-68)	ICON-Ru	Комплекс
порывы $\geq 12$ м/с		
156 261 417	157 118 275	199 99 370
114 2022 2136 <b>0.23</b>	113 2165 2278 <b>0.36</b>	71 2184 2255 <b>0.50</b>
270 2283 2553	270 2283 2553	270 2283 2553
порывы $\geq 18$ м/с		
14 60 74	4 6 10	11 15 26
10 2469 2479 <b>0.17</b>	20 2523 2543 <b>0.13</b>	13 2514 2527 <b>0.28</b>
24 2529 2553	24 2529 2553	24 2529 2553
порывы $\geq 24$ м/с		
0 5 5	0 0 0	0 1 1
0 2548 2548 <b>0.00</b>	0 2553 2553 <b>NaN</b>	0 2552 2552 <b>0.00</b>
0 2553 2553	0 2553 2553	0 2553 2553

Красным цветом выделен критерий ETS