

# Оценки прогнозов приземных метеорологических полей, рассчитанные для различных гидродинамических моделей по синоптическим станциям Европейской территории РФ за период: апрель 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 1x1°);
- NCEP - Метеорологический центр США (сетка 1x1°);
- ICON - Метеорологический центр ФРГ (сетка 0,25x0,25°);
- JAPAN – Метеорологический центр Японии (сетка 0,25x0,25°);
- PLAV10 – полулагранжева модель с разрешением ~10 км (ФГБУ «Гидрометцентр России», автор М.А. Толстых);

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

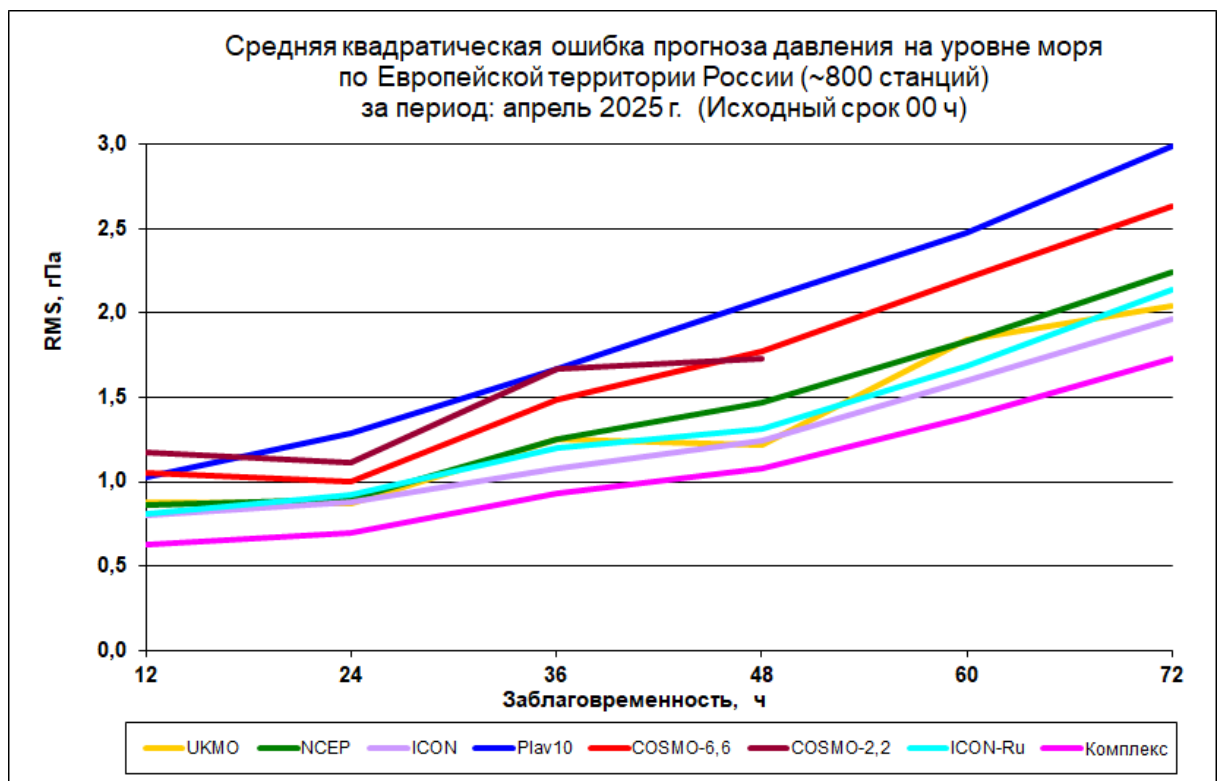
- ICON-Ru – глобальная негидростатическая модель с шагом сетки ~6,5 км по Северному полушарию (Консорциум COSMO, ФГБУ «Гидрометцентр России»).

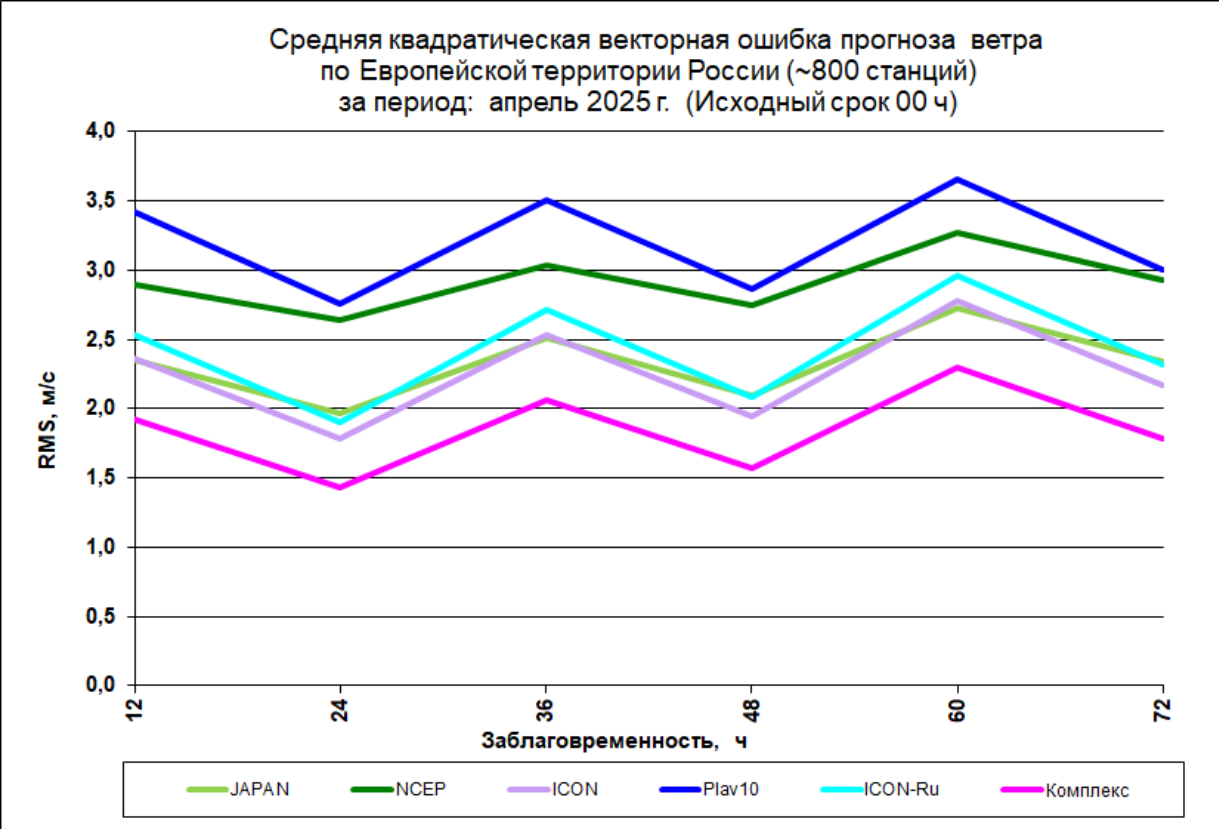
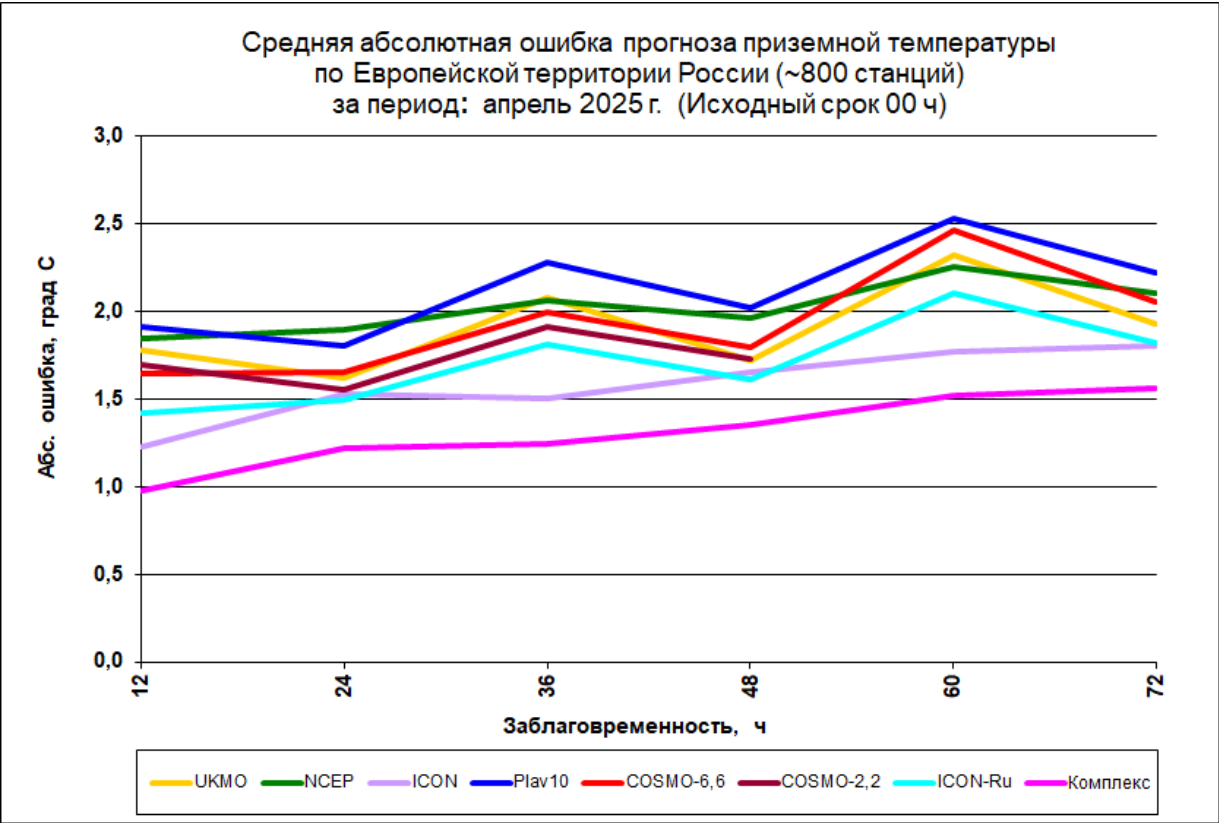
## **Мезометеорологические модели:**

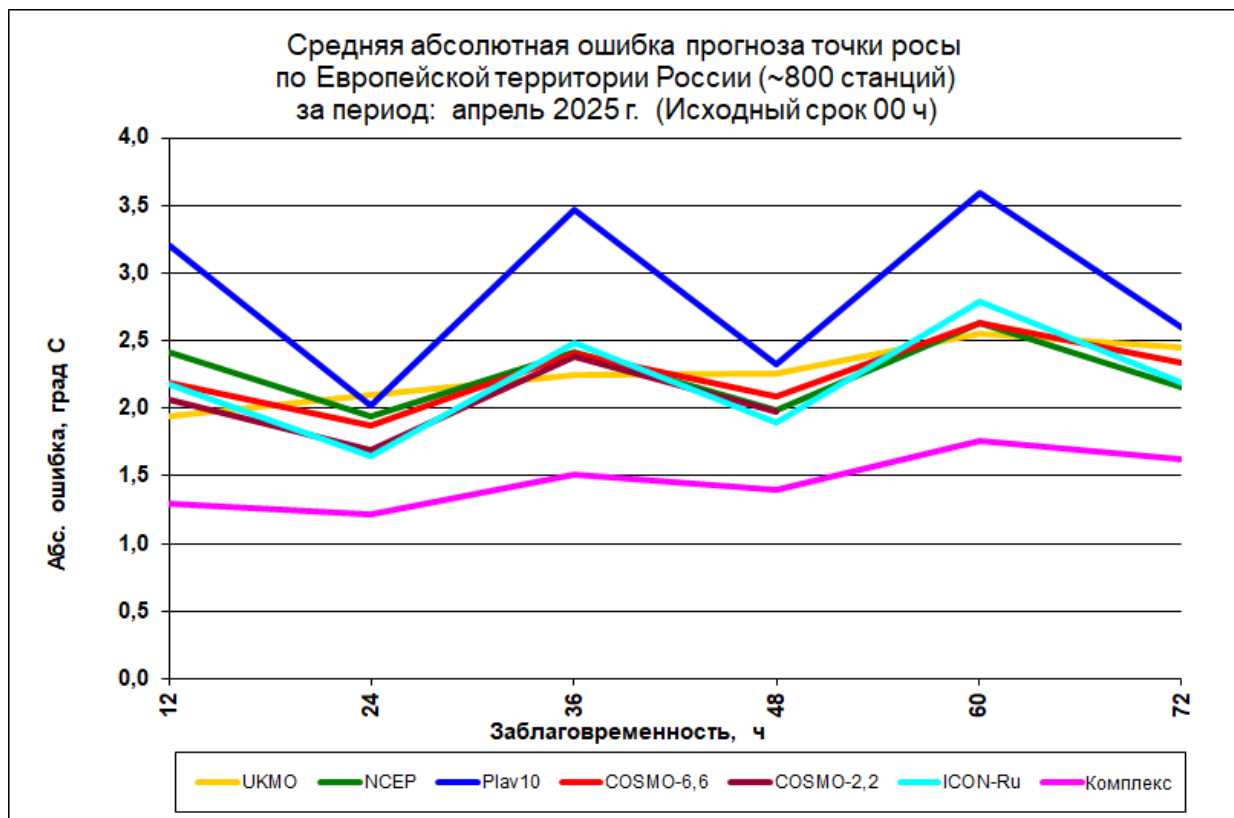
- COSMO-6,6 и COSMO-2,2 – негидростатические мезомасштабные модели с шагом сетки 6,6 км и 2,2 км (Консорциум COSMO, ФГБУ «Гидрометцентр России»);

- «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  $\sim 20$  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: апрель 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	88	93	81	81	86	83	0	0,3	0,7	6280
NCEP	77	81	66	67	87	87	0	1,4	1,6	6280
ICON	89	95	83	82	83	78	0	0,1	0,6	6280
JAPAN	89	95	82	82	82	65	0	0,0	0,6	6280
Canada	88	95	81	80	80	71	0	0,2	0,7	6280
PLAV10	81	83	78	76	90	72	0	0,6	1,0	6280
COSMO-6,6	89	96	81	80	80	87	0	0,1	0,6	4201
COSMO-2,2	89	97	80	79	78	56	0	0,1	0,6	4590
ICON-Ru	90	95	83	82	83	78	0	0,1	0,6	6280
Complex	90	96	82	80	84	88	0	0,2	0,6	6280
Кол-во случаев по градациям		3500	861	1184	651	84	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: апрель 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	91	79	79	85	75	17	0,4	0,8	6204
NCEP	84	88	77	72	83	70	100	1,0	1,2	6204
ICON	89	95	80	81	82	82	17	0,1	0,6	6204
JAPAN	89	94	84	81	82	78	17	0,2	0,6	6204
Canada	87	93	80	78	79	74	33	0,3	0,7	6204
PLAV10	86	90	81	77	84	79	0	0,4	0,8	6204
COSMO-6,6	88	94	80	77	80	82	0	0,3	0,7	4162
COSMO-2,2	88	95	78	76	75	58	100	0,2	0,6	4533
ICON-Ru	89	94	80	80	84	81	0	0,1	0,6	6204
Complex	90	96	82	81	82	79	17	0,1	0,6	6204
Кол-во случаев по градациям		3721	623	1125	620	109	6			

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: апрель 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	86	91	78	79	82	73	0	0,3	0,8	6259
NCEP	75	80	63	66	83	80	0	1,4	1,6	6259
ICON	87	93	80	79	80	71	0	0,2	0,7	6259
JAPAN	88	94	82	81	78	66	0	0,0	0,6	6259
Canada	86	93	77	77	75	71	0	0,2	0,8	6259
PLAV10	79	80	75	75	85	78	0	0,7	1,1	6259
COSMO-6,6	86	92	79	76	78	85	0	0,3	0,8	4174
COSMO-2,2	86	95	79	75	65	29	0	0,0	0,6	4561
ICON-Ru	86	93	79	79	80	70	0	0,2	0,7	6259
Complex	89	95	82	80	81	71	0	0,2	0,6	6259
Кол-во случаев по градам		3502	868	1175	619	95	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  $\geq 12$  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). Апрель 2025

			Pred	klt	ETS	
2520	2182	4702	70	0.61	0.32	COSMO-2,2
1071	11255	12326				
3591	13437	17028				
2612	1915	4527	74	0.54	0.36	COSMO-6,6
911	10242	11153				
3523	12157	15680				
2608	1011	3619	54	0.21	0.37	ICON-DWD
2230	17671	19901				
4838	18682	23520				
3652	1482	5134	76	0.31	0.49	Complex
1183	16720	17903				
4835	18202	23037				
2772	1362	4134	57	0.28	0.36	ICON-Ru
2066	17320	19386				
4838	18682	23520				



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

			Pred	klt	ETS	
63	215	278	32	1.11	0.15	COSMO-2,2
131	16619	16750				
194	16834	17028				
70	135	205	36	0.69	0.21	COSMO-6,6
125	15350	15475				
195	15485	15680				
87	85	172	30	0.30	0.23	ICON-DWD
200	23148	23348				
287	23233	23520				
170	159	329	59	0.56	0.38	Complex
116	22592	22708				
286	22751	23037				
83	57	140	29	0.20	0.24	ICON-Ru
204	23176	23380				
287	23233	23520				

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

			Pred	klt	ETS	
1	7	8	8	0.54	0.05	COSMO-2,2
12	17008	17020				
13	17015	17028				
5	0	5	42	0.00	0.42	COSMO-6,6
7	15668	15675				
12	15668	15680				
8	4	12	42	0.21	0.35	ICON-DWD
11	23497	23508				
19	23501	23520				
14	21	35	78	1.17	0.36	Complex
4	22998	23002				
18	23019	23037				
4	0	4	21	0.00	0.21	ICON-Ru
15	23501	23516				
19	23501	23520				

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  
Апрель 2025 г.**

СИНОП(КП-68)	ICON-Ru	Комплекс
порывы $\geq 12$ м/с		
88 257 345	66 73 139	89 89 178
41 2086 2127 <b>0.19</b>	63 2270 2333 <b>0.30</b>	40 2254 2294 <b>0.38</b>
129 2343 2472	129 2343 2472	129 2343 2472
порывы $\geq 18$ м/с		
5 71 76	4 4 8	7 7 14
4 2392 2396 <b>0.06</b>	5 2459 2464 <b>0.31</b>	2 2456 2458 <b>0.44</b>
9 2463 2472	9 2463 2472	9 2463 2472
порывы $\geq 24$ м/с		
1 2 3	0 0 0	2 2 4
1 2468 2469 <b>0.25</b>	2 2470 2472 <b>0.00</b>	0 2468 2468 <b>0.50</b>
2 2470 2472	2 2470 2472	2 2470 2472

*Красным цветом выделен критерий ETS*

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

СИНОП(КП-68)	ICON-Ru	Комплекс
порывы $\geq 12$ м/с		
326 372 698	345 214 559	389 181 570
178 1596 1774 <b>0.25</b>	159 1754 1913 <b>0.38</b>	115 1787 1902 <b>0.48</b>
504 1968 2472	504 1968 2472	504 1968 2472
порывы $\geq 18$ м/с		
25 119 144	12 19 31	25 22 47
13 2315 2328 <b>0.15</b>	26 2415 2441 <b>0.21</b>	13 2412 2425 <b>0.42</b>
38 2434 2472	38 2434 2472	38 2434 2472
порывы $\geq 24$ м/с		
1 5 6	0 3 3	2 4 6
1 2465 2466 <b>0.14</b>	2 2467 2469 <b>0.00</b>	0 2466 2466 <b>0.33</b>
2 2470 2472	2 2470 2472	2 2470 2472

*Красным цветом выделен критерий ETS*