

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

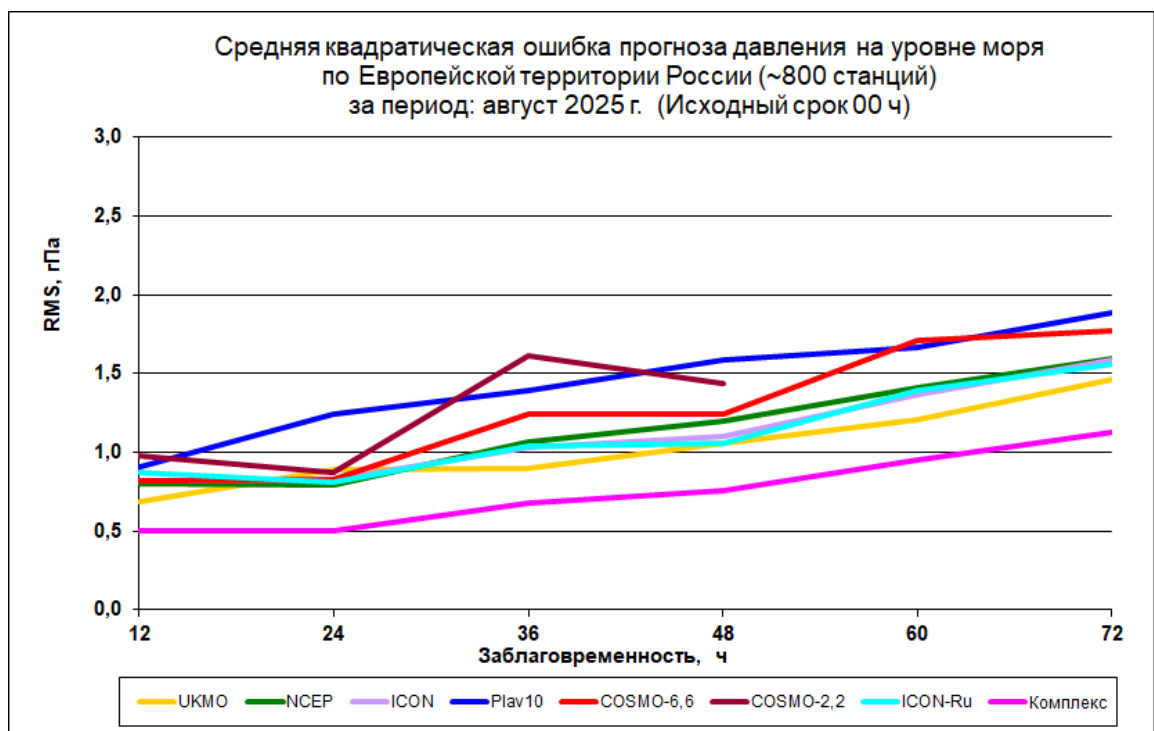
- ICON-Ru – глобальная негидростатическая модель с шагом сетки  $\sim 6,5$  км по Северному полушарию (Консорциум COSMO, ФГБУ «Гидрометцентр России»).

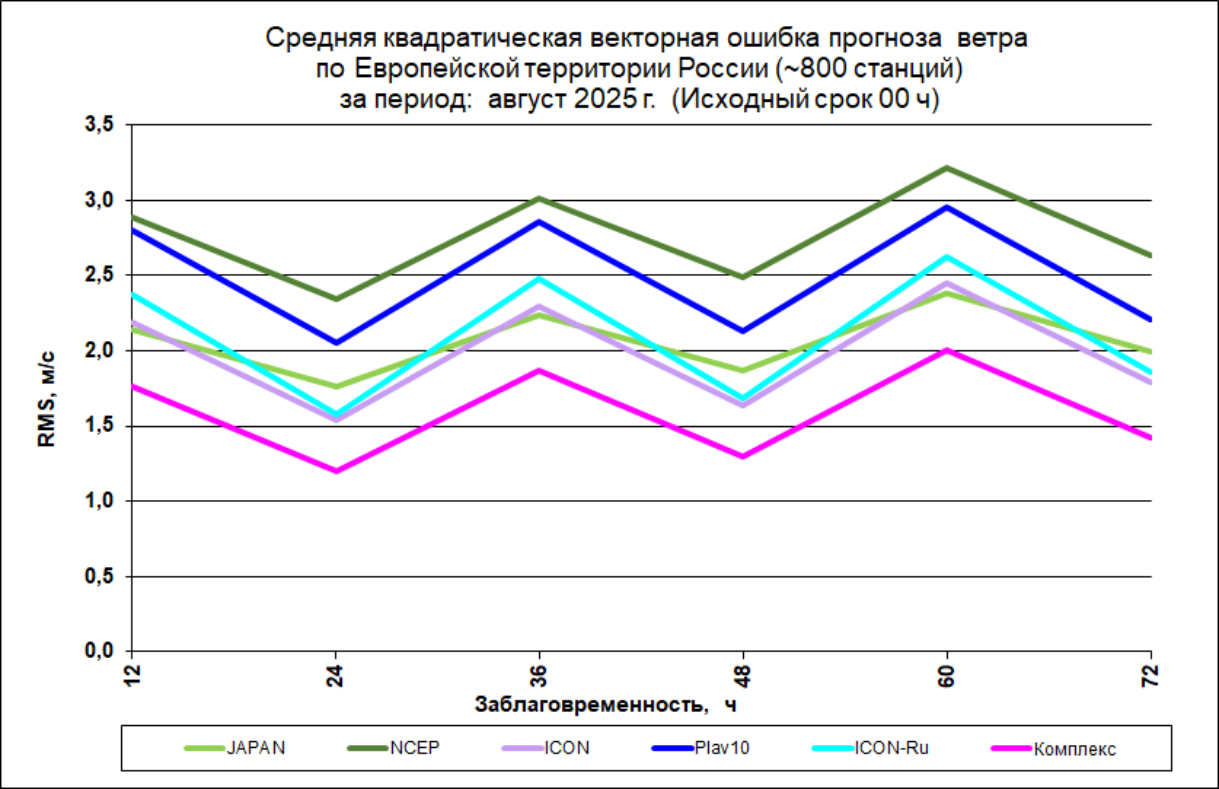
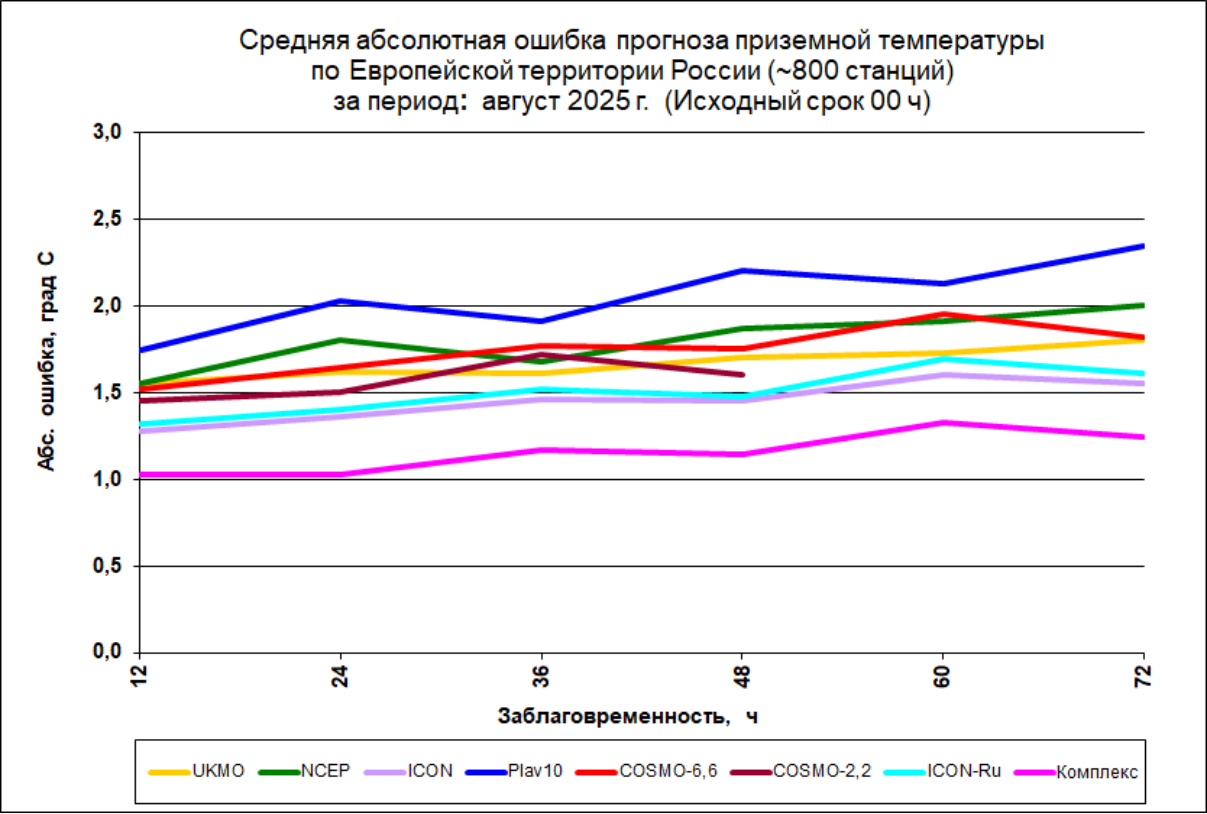
### **Мезометеорологические модели:**

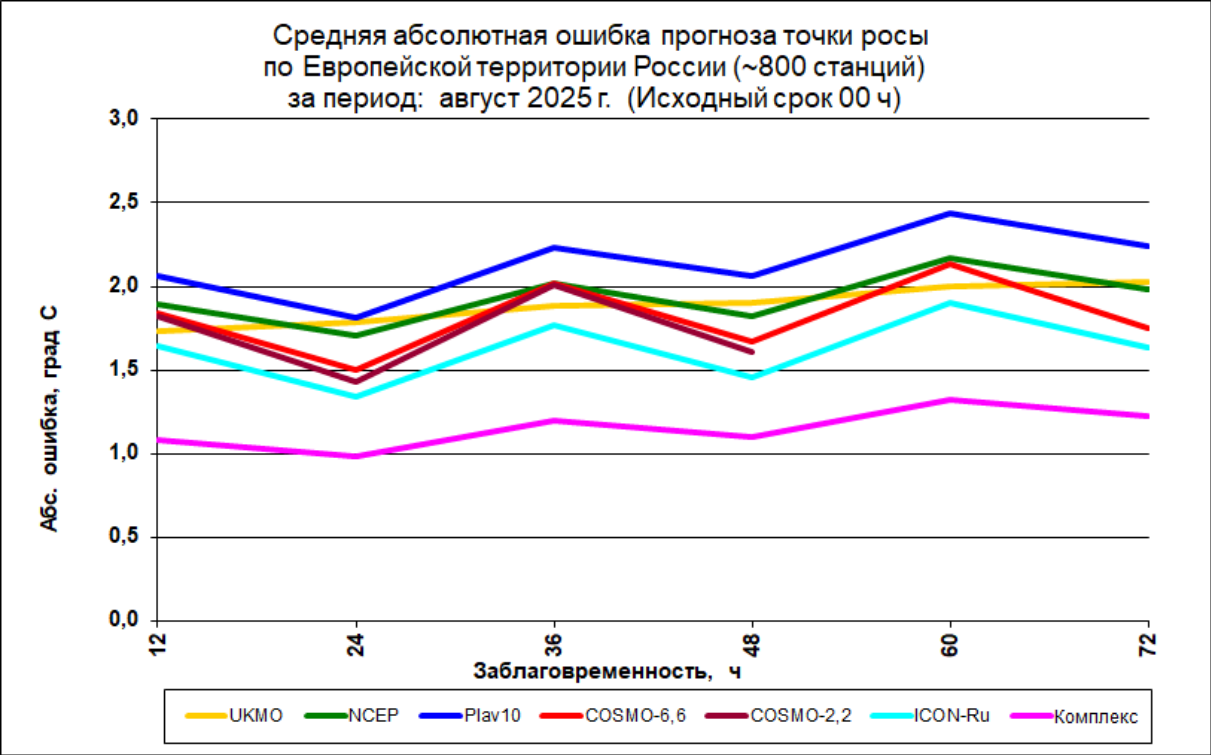
- COSMO-6,6 и COSMO-2,2 – негидростатические мезомасштабные модели с шагом сетки 6,6 км и 2,2 км (Консорциум COSMO, ФГБУ «Гидрометцентр России»);

- «Комплекс» - комплексный прогноз приземных метеозадающих 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: август 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	78	82	70	70	82	66	19	1,0	2,0	6680
NCEP	71	73	54	60	85	64	25	2,1	2,8	6459
ICON	83	91	76	75	74	62	19	0,0	1,4	6680
JAPAN	84	93	79	76	68	54	5	-0,3	1,3	6680
Canada	83	91	78	78	63	44	60	-0,2	1,2	6032
PLAV10	73	72	64	74	83	61	24	0,5	1,7	6680
COSMO-6,6	80	91	78	77	56	29	33	-0,5	1,5	4107
COSMO-2,2	82	95	74	67	51	38	21	-0,3	1,3	3879
ICON-Ru	83	92	77	76	71	58	19	-0,2	1,3	6680
Complex	83	91	75	73	77	57	0	0,0	1,4	6680
Кол-во случаев по градациям		3689	506	1341	1022	101	21			

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: август 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	84	90	66	71	77	72	40	0,6	1,3	6632
NCEP	82	87	68	71	75	62	20	0,7	1,4	6632
ICON	87	94	76	73	69	59	10	0,0	0,9	6632
JAPAN	87	94	77	76	69	51	0	0,0	1,0	6632
Canada	84	89	75	75	69	53	40	0,2	1,0	5991
PLAV10	84	89	77	73	69	59	10	0,2	1,1	6632
COSMO-6,6	86	95	74	68	59	55	20	0,0	0,9	4073
COSMO-2,2	87	95	72	70	63	57	33	0,1	1,0	3864
ICON-Ru	87	95	77	73	67	60	10	0,0	0,9	6632
Complex	89	95	80	77	71	59	10	-0,1	0,8	6632
Кол-во случаев по градациям		4555	399	956	628	84	10			

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: август 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	76	79	66	68	81	67	14	1,2	2,0	6668
NCEP	72	74	57	61	82	58	36	2,1	2,8	6668
ICON	81	88	74	72	70	60	29	0,1	1,4	6668
JAPAN	81	92	75	73	61	39	14	-0,2	1,4	6668
Canada	80	88	76	78	60	43	23	0,0	1,5	6022
PLAV10	74	77	66	71	77	34	0	0,4	1,8	6668
COSMO-6,6	81	90	74	75	56	33	0	-0,2	1,2	4084
COSMO-2,2	82	95	74	65	51	21	0	-0,1	1,3	3648
ICON-Ru	82	89	76	74	67	58	29	-0,1	1,3	6668
Complex	83	90	75	74	73	49	7	0,0	1,4	6668
Кол-во случаев по грациям		3751	514	1322	973	94	14			

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). Август 2025 г.

			Pred	klt	ETS	
794	2261	3055	62	1.78	0.16	COSMO-2,2
478	10399	10877				
1272	12660	13932				
830	1850	2680	62	1.38	0.20	COSMO-6,6
509	11707	12216				
1339	13557	14896				
781	520	1301	36	0.24	0.26	ICON-DWD
1409	21594	23003				
2190	22114	24304				
1127	685	1812	51	0.31	0.35	Complex
1063	20945	22008				
2190	21630	23820				
872	760	1632	40	0.35	0.26	ICON-Ru
1318	21354	22672				
2190	22114	24304				



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

			Pred	klt	ETS	
8	68	76	16	1.39	0.07	COSMO-2,2
41	13815	13856				
49	13883	13932				
9	26	35	13	0.36	0.09	COSMO-6,6
63	14798	14861				
72	14824	14896				
19	6	25	16	0.05	0.15	ICON-DWD
98	24181	24279				
117	24187	24304				
37	30	67	32	0.26	0.25	Complex
80	23673	23753				
117	23703	23820				
16	8	24	14	0.07	0.13	ICON-Ru
101	24179	24280				
117	24187	24304				

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

			Pred	klt	ETS	
0	0	0	0	0.00	0.00	COSMO-2,2
1	13931	13932				
1	13931	13932				
0	2	2	0	2.00	0.00	COSMO-6,6
1	14893	14894				
1	14895	14896				
0	0	0	0	0.00	0.00	ICON-DWD
3	24301	24304				
3	24301	24304				
0	6	6	0	2.00	0.00	Complex
3	23811	23814				
3	23817	23820				
0	0	0	0	0.00	0.00	ICON-Ru
3	24301	24304				
3	24301	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  
Август 2025 г.**

СИНОП(КП-68)				ICON-Ru				Комплекс			
				порывы >=12 м/с							
25	145	170		7	5	12		22	19	41	
16	2342	2358	0.12	34	2482	2516	0.15	19	2468	2487	0.37
41	2487	2528		41	2487	2528		41	2487	2528	
				порывы >=18 м/с							
2	29	31		0	0	0		2	1	3	
0	2497	2497	0.06	2	2526	2528	0.00	0	2525	2525	0.67
2	2526	2528		2	2526	2528		2	2526	2528	
				порывы >=24 м/с							
0	2	2		0	0	0		0	0	0	
0	2526	2526	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  
Август 2025 г.**

СИНОП(КП-68)				ICON-Ru			Комплекс				
				порывы >=12 м/с							
96	315	411		76	102	178		102	82	184	
116	2001	2117	0.13	136	2214	2350	0.21	110	2234	2344	0.31
212	2316	2528		212	2316	2528		212	2316	2528	
				порывы >=18 м/с							
9	41	50		2	0	2		5	2	7	
8	2470	2478	0.16	15	2511	2526	0.12	12	2509	2521	0.26
17	2511	2528		17	2511	2528		17	2511	2528	
				порывы >=24 м/с							
0	2	2		0	0	0		0	0	0	
1	2525	2526	0.00	1	2527	2528	0.00	1	2527	2528	0.00
1	2527	2528		1	2527	2528		1	2527	2528	

Красным цветом выделен критерий ETS