

Оценки прогнозов приземных метеорологических полей, рассчитанные для различных гидродинамических моделей по синоптическим станциям Европейской территории РФ за период: март 2026 г.

На рисунках использованы следующие условные обозначения гидродинамических моделей атмосферы ФГБУ «Гидрометцентр России» и зарубежных метеорологических Центров:

Глобальные модели:

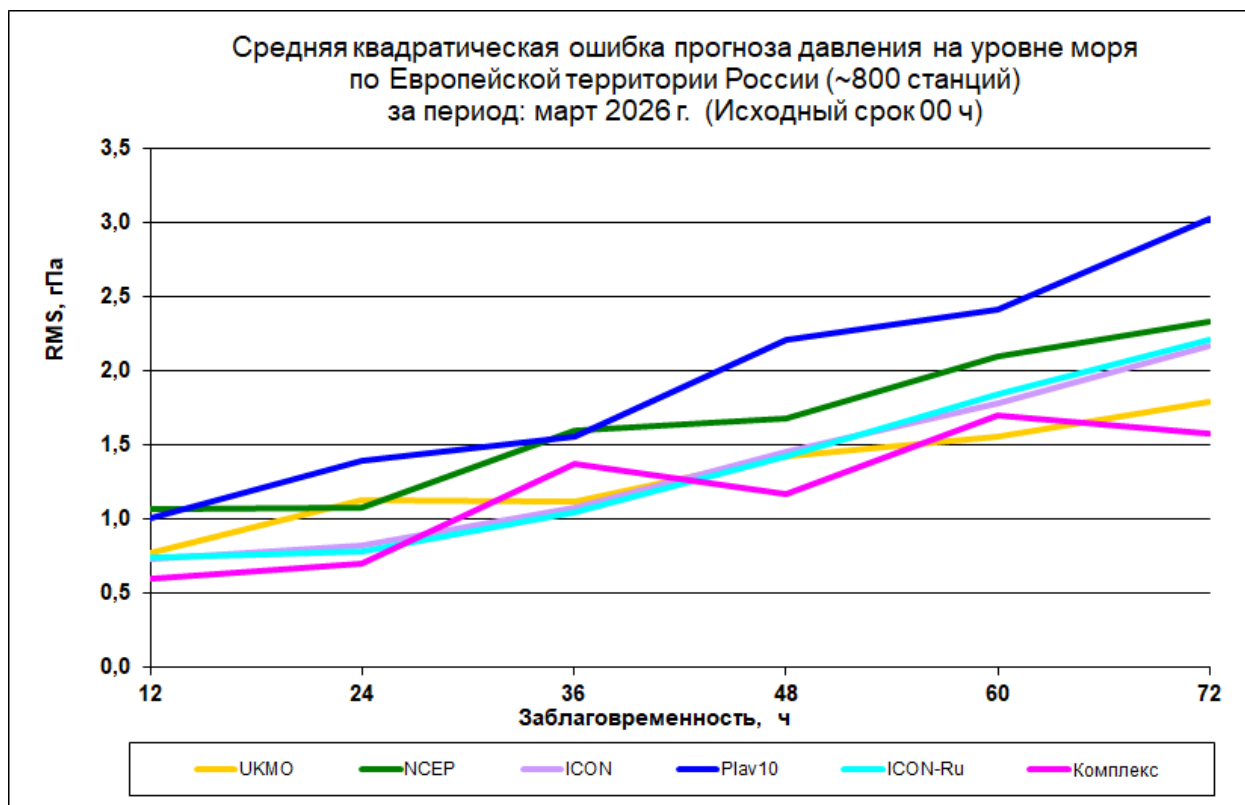
- UKMO - Метеорологический центр Великобритании (сетка поступления $1 \times 1^\circ$);
- NCEP - Метеорологический центр США (сетка $1 \times 1^\circ$);
- ICON - Метеорологический центр ФРГ (сетка $0,25 \times 0,25^\circ$);
- JAPAN – Метеорологический центр Японии (сетка $0,25 \times 0,25^\circ$);
- PLAV10 – полулагранжева модель с разрешением ~ 10 км (ФГБУ «Гидрометцентр России», автор М.А. Толстых);

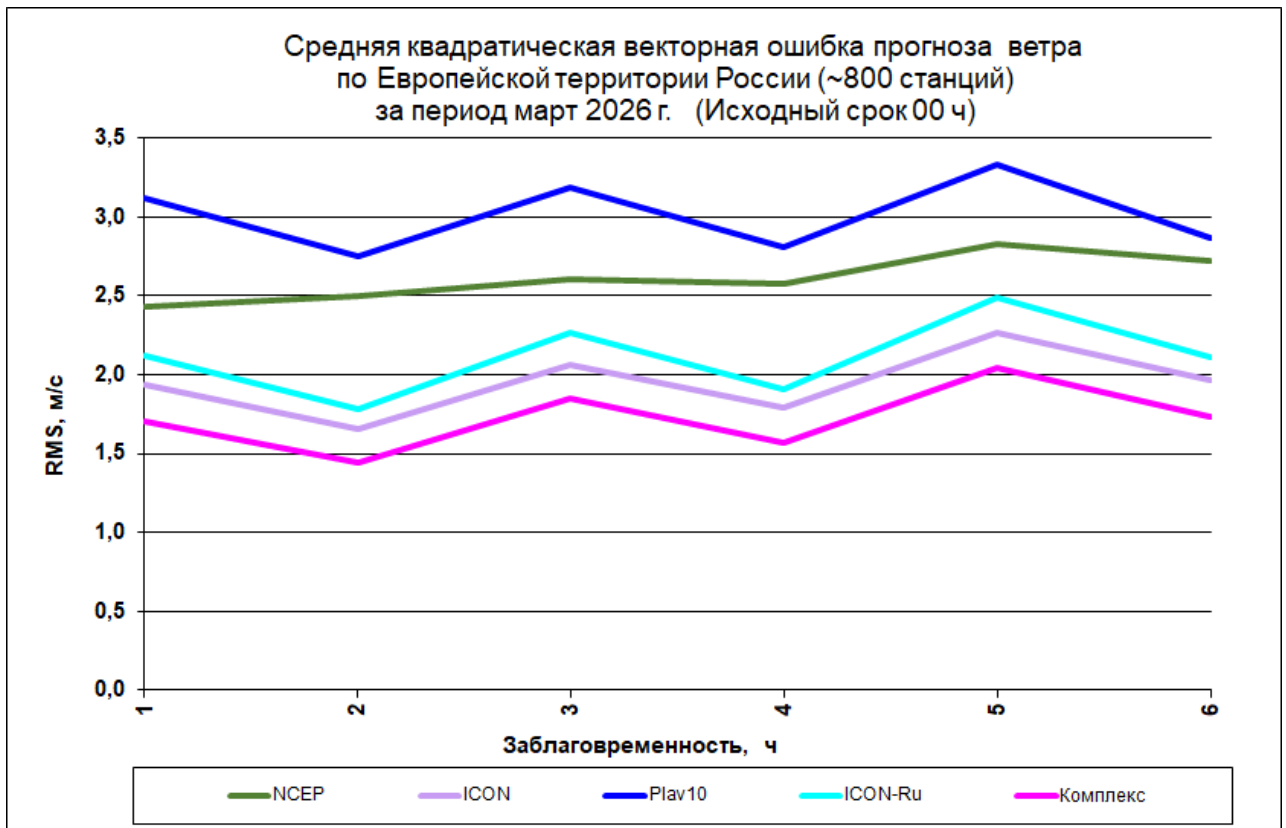
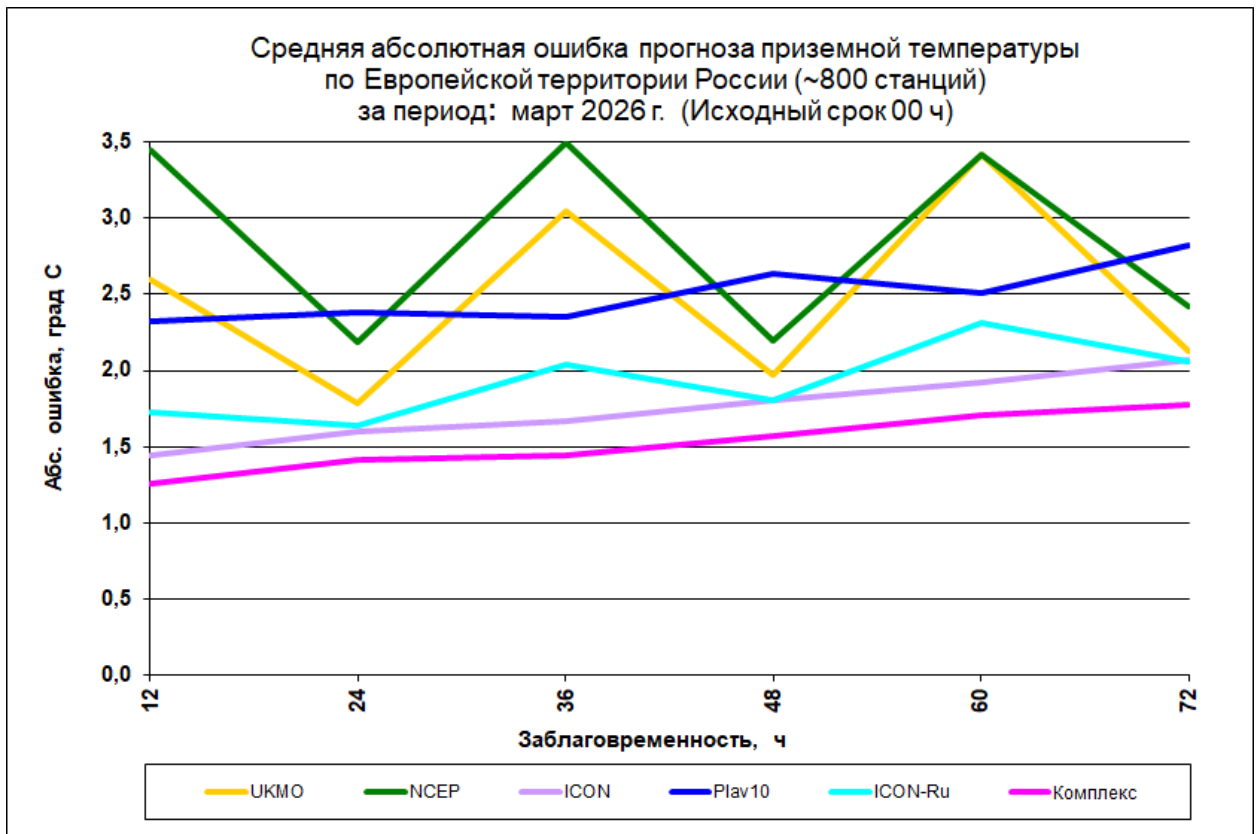
Заметим, что реальное разрешение этих моделей 10-15 км.

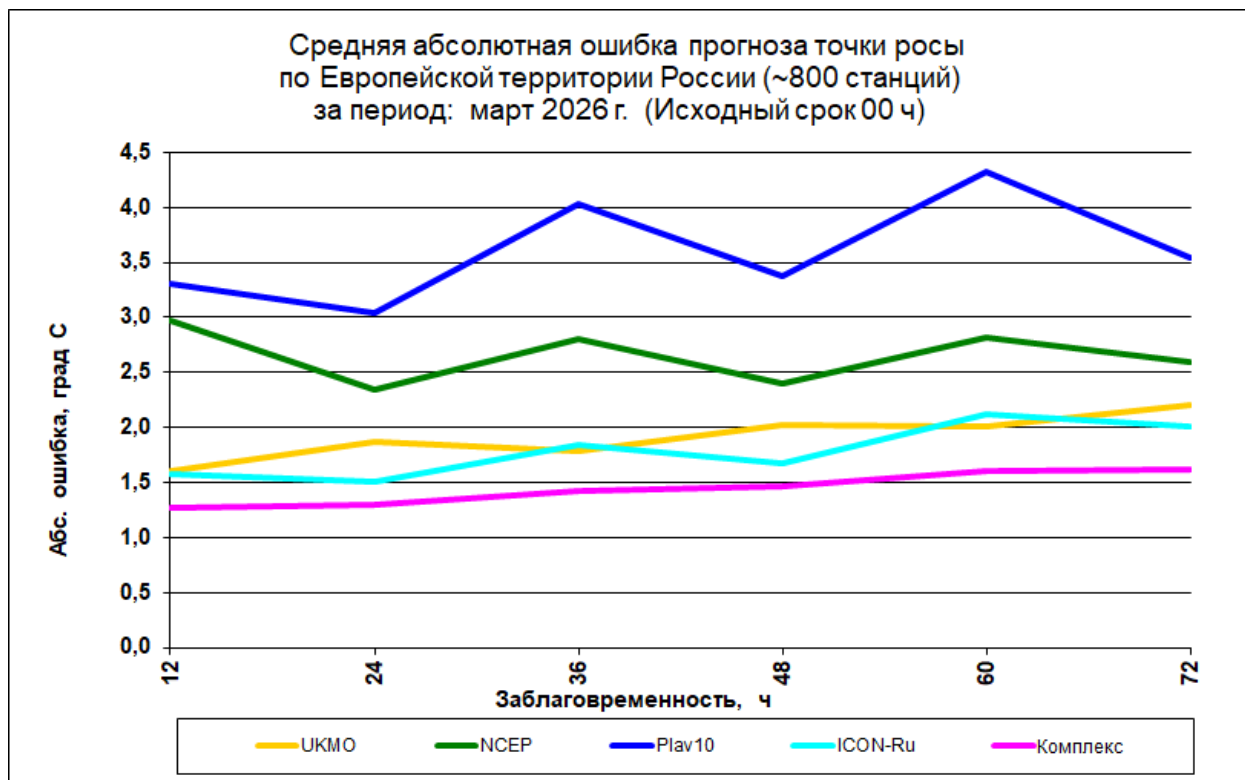
- ICON-Ru – глобальная негидростатическая модель с шагом сетки $\sim 6,5$ км по Северному полушарию (Консорциум COSMO, ФГБУ «Гидрометцентр России»).

- «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).

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) и Канадского метеорологического центра (Canada). 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: март 2026 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	93	96	84	89	72	76	0	0,0	0,2	6535
NCEP	89	90	86	80	85	90	0	0,4	0,5	6535
ICON	94	97	85	88	76	88	0	0,0	0,2	6535
Canada	92	95	89	88	73	76	0	0,1	0,3	6535
PLAV10	90	92	88	84	81	79	0	0,2	0,4	6535
ICON-Ru	94	97	84	87	77	85	0	0,0	0,2	6535
Complex	94	97	85	86	80	94	0	0,1	0,2	6535
Кол-во случаев по градам		4884	526	866	241	17	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: март 2026 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	93	95	85	88	81	50	0	0,1	0,3	6525
NCEP	89	92	82	80	84	72	0	0,4	0,5	6525
ICON	93	96	83	87	74	67	0	0,0	0,2	6525
Canada	91	93	87	88	74	47	0	0,1	0,3	6525
PLAV10	89	92	85	84	77	58	0	0,2	0,4	6525
ICON-Ru	93	97	83	86	72	64	0	0,0	0,2	6525
Complex	93	97	83	85	83	75	0	0,1	0,3	6525
Кол-во случаев по градам		4897	481	870	258	18	0			

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: март 2026 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	92	95	85	88	70	76	0	0,1	0,3	6534
NCEP	88	90	84	82	79	88	0	0,3	0,4	6534
ICON	93	96	84	86	69	79	0	0,1	0,3	6534
Canada	90	92	89	87	63	82	0	0,1	0,3	6534
PLAV10	87	88	84	84	68	65	0	0,3	0,5	6534
ICON-Ru	92	95	83	86	70	68	0	0,1	0,3	6534
Complex	93	97	85	84	74	94	0	0,1	0,3	6534
Кол-во случаев по градам		4909	514	850	243	17	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 ≥ 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 $ar=((N11+N12)*(N11+N21))/N00$;

$BX=(v-v_0)/(1-v_0)$ – критерий Н.А.Багрова-Хайдке (для редких явлений), где

$v=(N11+N22)/N00$, $v_0=(m1+m2)/N00$, $m1=(N10 \times N01)/N00$, $m2=(N20 \times N02)/N00$;

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). Март 2026 г.

			Pred	klt	ETS	
781	389	1170	41	0.21	0.32	ICON-DWD
1110	22024	23134				
1891	22413	24304				
1337	1028	2365	71	0.55	0.42	Complex
537	20431	20968				
1874	21459	23333				
958	602	1560	51	0.32	0.35	ICON-Ru
933	21811	22744				
1891	22413	24304				

Евр.терр.России (~800 стан). Оценка прогнозов порывов ветра
на 12 час ($W \geq 18$ м/с) . Март 2026 г.

			Pred	klt	ETS	
18	19	37	15	0.16	0.13	ICON-DWD
99	24168	24267				
117	24187	24304				
72	168	240	63	1.47	0.25	Complex
42	23051	23093				
114	23219	23333				
16	20	36	14	0.17	0.12	ICON-Ru
101	24167	24268				
117	24187	24304				

**Евр.терр.России (~800 стан). Оценка прогнозов порывов ветра
на 12 час ($W \geq 24$ м/с) . Март 2026 г.**

			Pred	klt	ETS	
0	1	1	0	0.20	0.00	ICON-DWD
5	24298	24303				
5	24299	24304				
1	15	16	20	3.00	0.05	Complex
4	23313	23317				
5	23328	23333				
0	0	0	0	0.00	0.00	ICON-Ru
5	24299	24304				
5	24299	24304				

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
Март 2026 г.**

СИНОП(КП-68)				ICON-Ru			Комплекс				
порывы >=12 м/с											
83	125	208		51	34	85	85	116	201		
36	2309	2345	0.31	68	2400	2468	0.32	34	2318	2352	0.34
119	2434	2553		119	2434	2553		119	2434	2553	
порывы >=18 м/с											
11	39	50		2	5	7		8	45	53	
2	2501	2503	0.21	11	2535	2546	0.11	5	2495	2500	0.14
13	2540	2553		13	2540	2553		13	2540	2553	
порывы >=24 м/с											
0	2	2		0	0	0		0	14	14	
0	2551	2551	0.00	0	2553	2553	NaN	0	2539	2539	0.00
0	2553	2553		0	2553	2553		0	2553	2553	

Красным цветом выделен критерий ETS

**Россия (83 адм. центр). Оценка прогнозов порывов ветра на ~36 ч
Март 2026 г.**

СИНОП(КП-68)				ICON-Ru				Комплекс			
<i>порывы >=12 м/с</i>											
136	198	334		118	111	229		158	180	338	
78	2141	2219	0.28	96	2228	2324	0.32	56	2159	2215	0.36
214	2339	2553		214	2339	2553		214	2339		
<i>порывы >=18 м/с</i>											
16	57	73		9	6	15		17	67	84	
6	2474	2480	0.20	13	2525	2538	0.32	5	2464	2469	0.19
22	2531	2553		22	2531	2553		22	2531	2553	
<i>порывы >=24 м/с</i>											
1	2	3		0	0	0		0	44	44	
1	2549	2550	0.25	2	2551	2553	0.00	2	2507	2509	0.00
2	2551	2553		2	2551	2553		2	2551	2553	

Красным цветом выделен критерий ETS