

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

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

Глобальные модели:

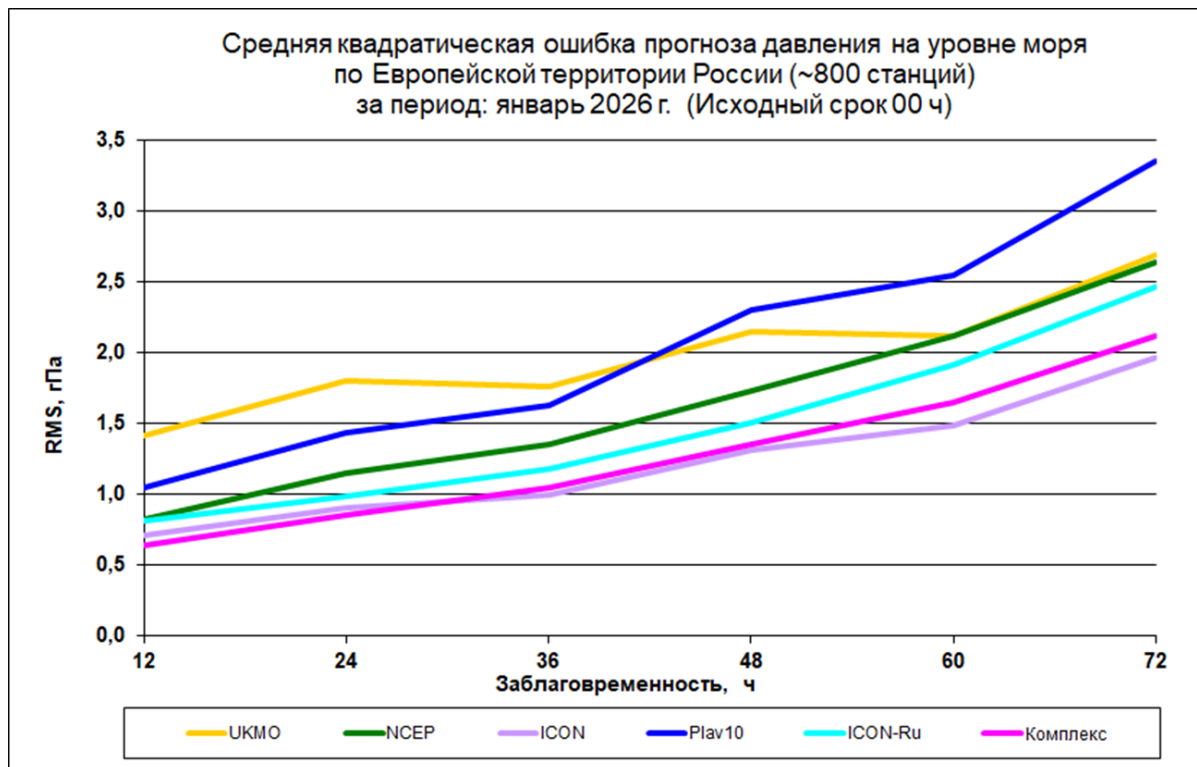
- UKMO - Метеорологический центр Великобритании (сетка поступления $1 \times 1^\circ$);
- NCEP - Метеорологический центр США (сетка $1 \times 1^\circ$);
- ICON - Метеорологический центр ФРГ (сетка $0,25 \times 0,25^\circ$);
- JAPAN – Метеорологический центр Японии (сетка $0,25 \times 0,25^\circ$);
-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

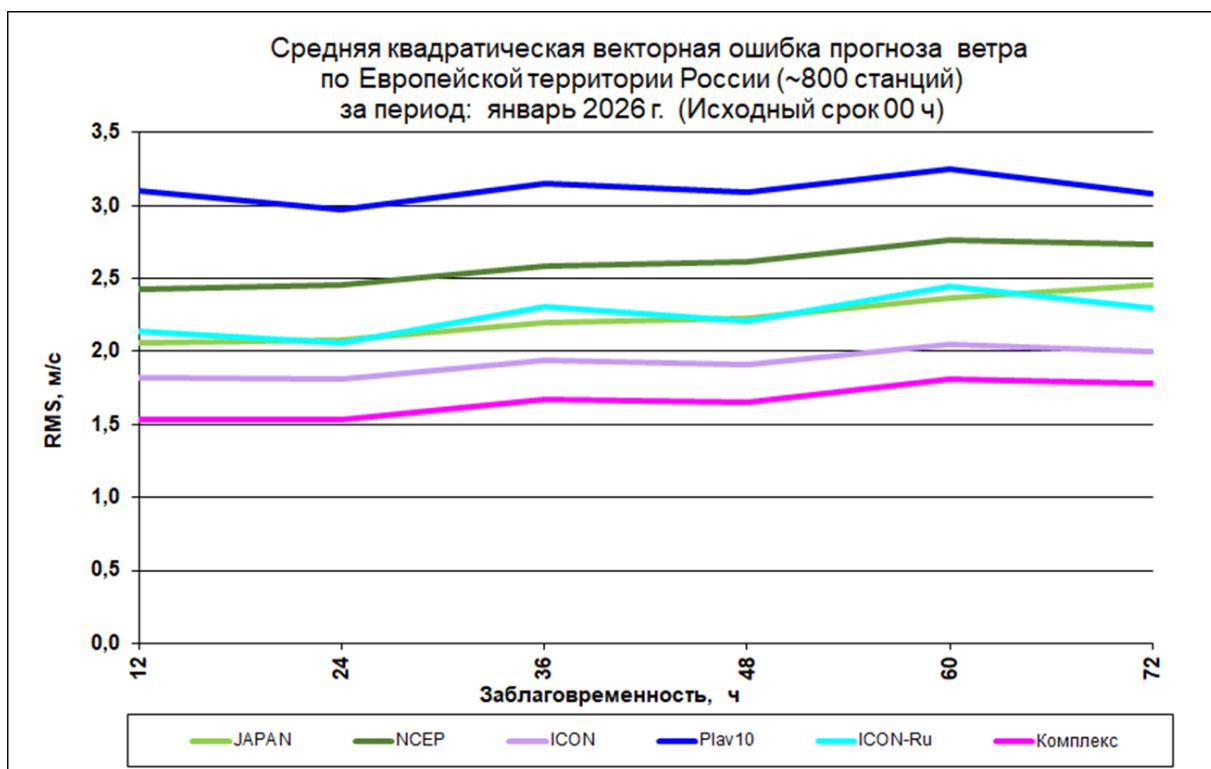
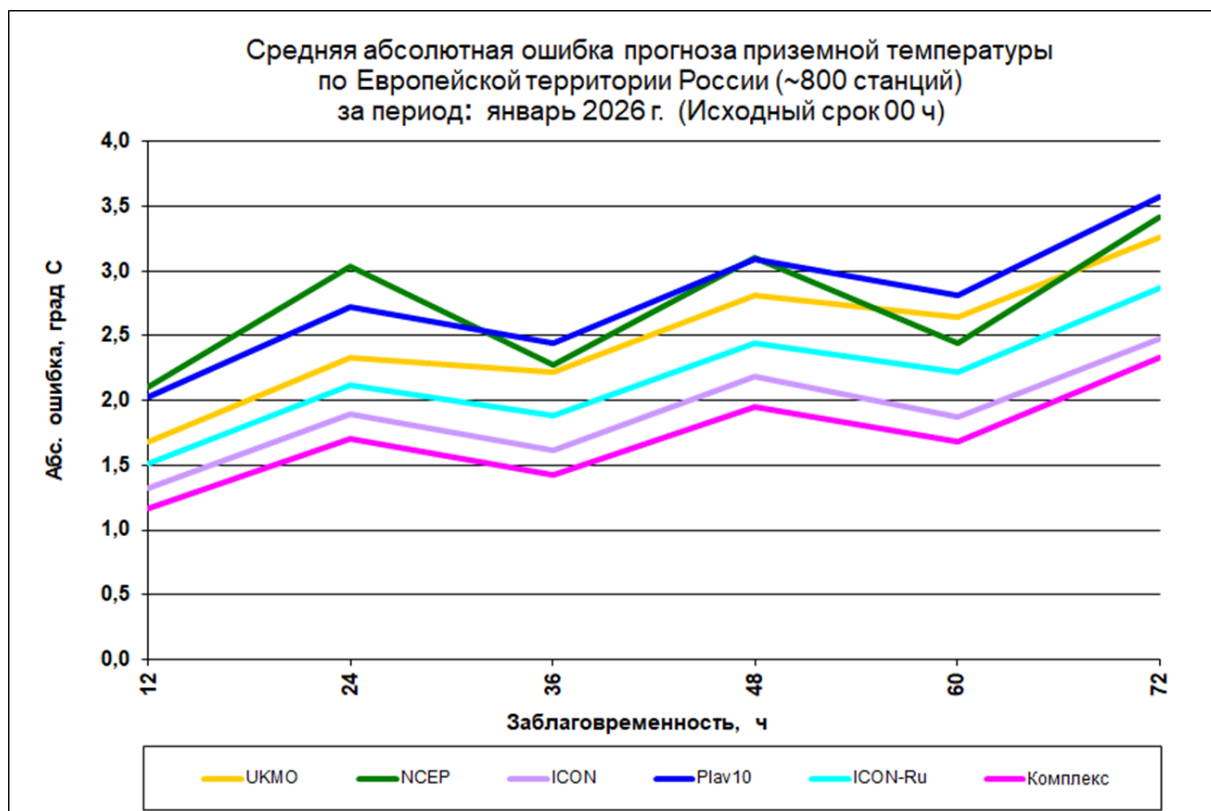
Заметим, что реальное разрешение этих моделей 10-15 км.

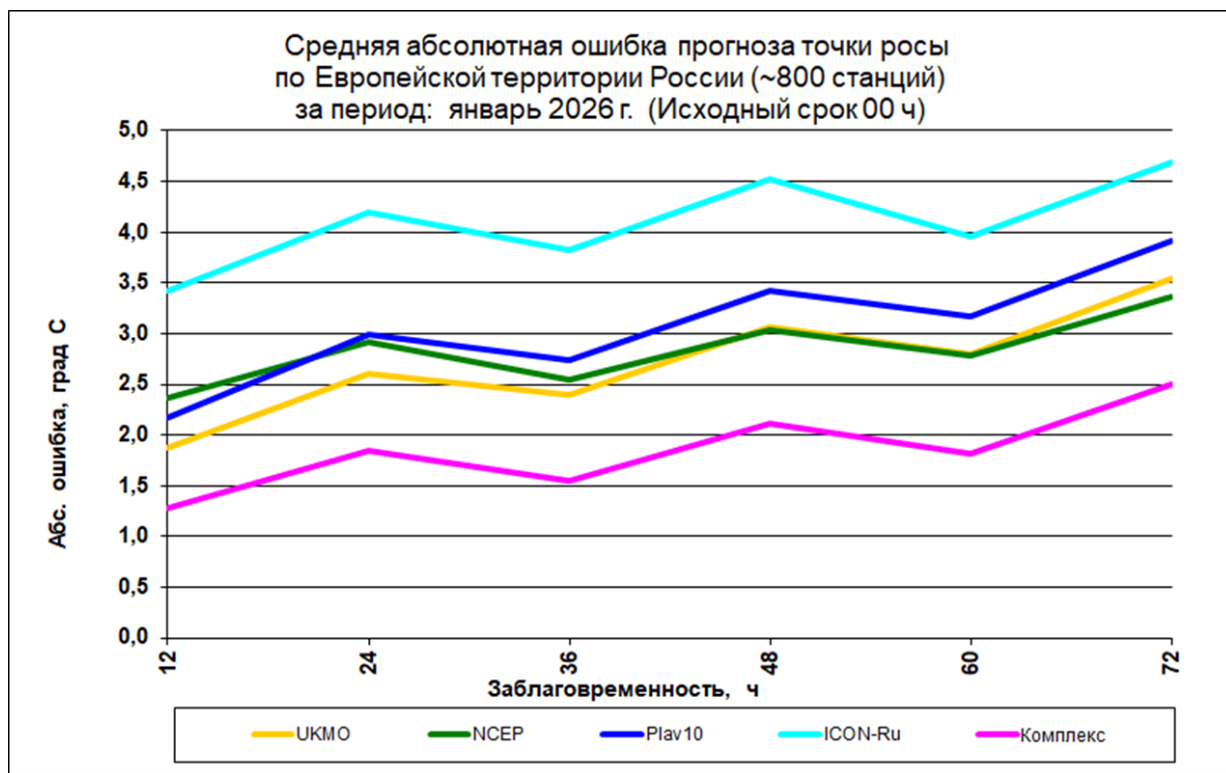
- ICON-Ru – глобальная негидростатическая модель с шагом сетки $\sim 6,5$ км по Северному полушарию (Консорциум COSMO, ФГБУ «Гидрометцентр России»).

- «Комплекс» - комплексный прогноз приземных 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: январь 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	85	90	82	84	82	72	0	0,1	0,6	6831
NCEP	83	89	81	78	82	74	20	0,6	0,9	6831
ICON	85	94	80	82	78	72	0	0,0	0,5	6604
JAPAN	84	84	82	85	86	78	0	0,1	0,7	3142
ECMWF	83	95	80	82	62	44	0	-0,4	0,6	6831
Canada	86	87	87	87	81	74	17	0,2	0,6	6831
PLAV10	83	89	80	79	83	75	0	0,2	0,7	6831
ICON-Ru	83	93	78	78	74	64	0	0,0	0,6	6831
Complex	83	91	80	77	83	76	17	0,3	0,7	6829
Кол-во случаев по градациям		2486	1152	2056	951	178	6			

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 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	85	88	84	84	81	71	0	0,1	0,6	6790
NCEP	83	88	82	77	84	75	25	0,6	0,9	6790
ICON	85	92	80	80	79	76	0	0,0	0,5	6566
JAPAN	82	83	85	82	82	75	0	0,1	0,8	3114
ECMWF	83	94	81	81	62	48	0	-0,4	0,6	6790
Canada	85	87	86	86	81	72	0	0,2	0,7	6790
PLAV10	83	88	81	79	81	71	0	0,1	0,7	6790
ICON-Ru	81	90	81	78	66	72	0	0,0	0,6	6790
Complex	83	89	80	76	84	80	9	0,3	0,7	6789
Кол-во случаев по градациям		2718	1064	2000	803	189	12			

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 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	83	90	81	83	75	68	0	0,1	0,7	6809
NCEP	80	88	79	74	76	73	40	0,6	1,1	6809
ICON	84	93	79	80	73	70	0	0,0	0,7	6588
JAPAN	82	84	83	83	79	77	0	0,1	0,9	3129
ECMWF	81	95	80	80	55	33	0	-0,5	0,7	6809
Canada	84	86	86	86	73	63	33	0,0	0,7	6809
PLAV10	81	89	79	77	76	65	0	0,2	0,8	6809
ICON-Ru	80	92	79	76	65	63	17	0,0	0,8	6809
Complex	82	91	80	77	77	76	17	0,3	0,8	6809
Кол-во случаев по градациям		2536	1114	2011	962	178	6			

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 $ar=((N11+N12)*(N11+N21))/N00$;

$BX=(v-v0)/(1-v0)$ – 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). Январь 2026 г.

			Pred	klt	ETS	
505	276	781	37	0.20	0.29	ICON-DWD
868	21871	22739				
1373	22147	23520				
1010	628	1638	72	0.45	0.47	Complex
401	21086	21487				
1411	21714	23125				
713	836	1549	50	0.59	0.29	ICON-Ru
707	22048	22755				
1420	22884	24304				

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

			Pred	klt	ETS	
21	47	68	17	0.38	0.12	ICON-DWD
104	23348	23452				
125	23395	23520				
65	88	153	52	0.70	0.30	Complex
60	22912	22972				
125	23000	23125				
21	74	95	17	0.59	0.10	ICON-Ru
104	24105	24209				
125	24179	24304				

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

			Pred	klt	ETS	
0	7	7	0	0.70	0.00	ICON-DWD
10	23503	23513				
10	23510	23520				
1	8	9	10	0.80	0.06	Complex
9	23107	23116				
10	23115	23125				
0	2	2	0	0.20	0.00	ICON-Ru
10	24292	24302				
10	24294	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
Январь 2026 г.**

СИНОП(КП-68)				ICON-Ru			Комплекс				
порывы >=12 м/с											
93	145	238		68	45	113		119	72	191	
67	2244	2311	0.27	92	2344	2436	0.31	41	2317	2358	0.49
160	2389	2549		160	2389	2549		160	2389	2549	
порывы >=18 м/с											
15	51	66		6	6	12		16	16	32	
8	2475	2483	0.20	17	2520	2537	0.21	7	2510	2517	0.41
23	2526	2549		23	2526	2549		23	2526	2549	
порывы >=24 м/с											
5	5	10		3	1	4		6	2	8	
2	2537	2539	0.42	4	2541	2545	0.38	1	2540	2541	0.67
7	2542	2549		7	2542	2549		7	2542	2549	

Красным цветом выделен критерий ETS

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

СИНОП(КП-68)				ICON-Ru				Комплекс			
порывы >=12 м/с											
115	161	276		98	67	165		151	93	244	
73	2200	2273	0.29	90	2294	2384	0.35	37	2268	2305	0.51
188	2361	2549		188	2361	2549		188	2361	2549	
порывы >=18 м/с											
20	45	65		7	10	17		24	21	45	
15	2469	2484	0.25	28	2504	2532	0.16	11	2493	2504	0.43
35	2514	2549		35	2514	2549		35	2514	2549	
порывы >=24 м/с											
4	6	10		1	3	4		5	5	10	
3	2536	2539	0.31	6	2539	2545	0.10	2	2537	2539	0.42
7	2542	2549		7	2542	2549		7	2542	2549	

Красным цветом выделен критерий ETS