

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

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

Глобальные модели:

- 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.

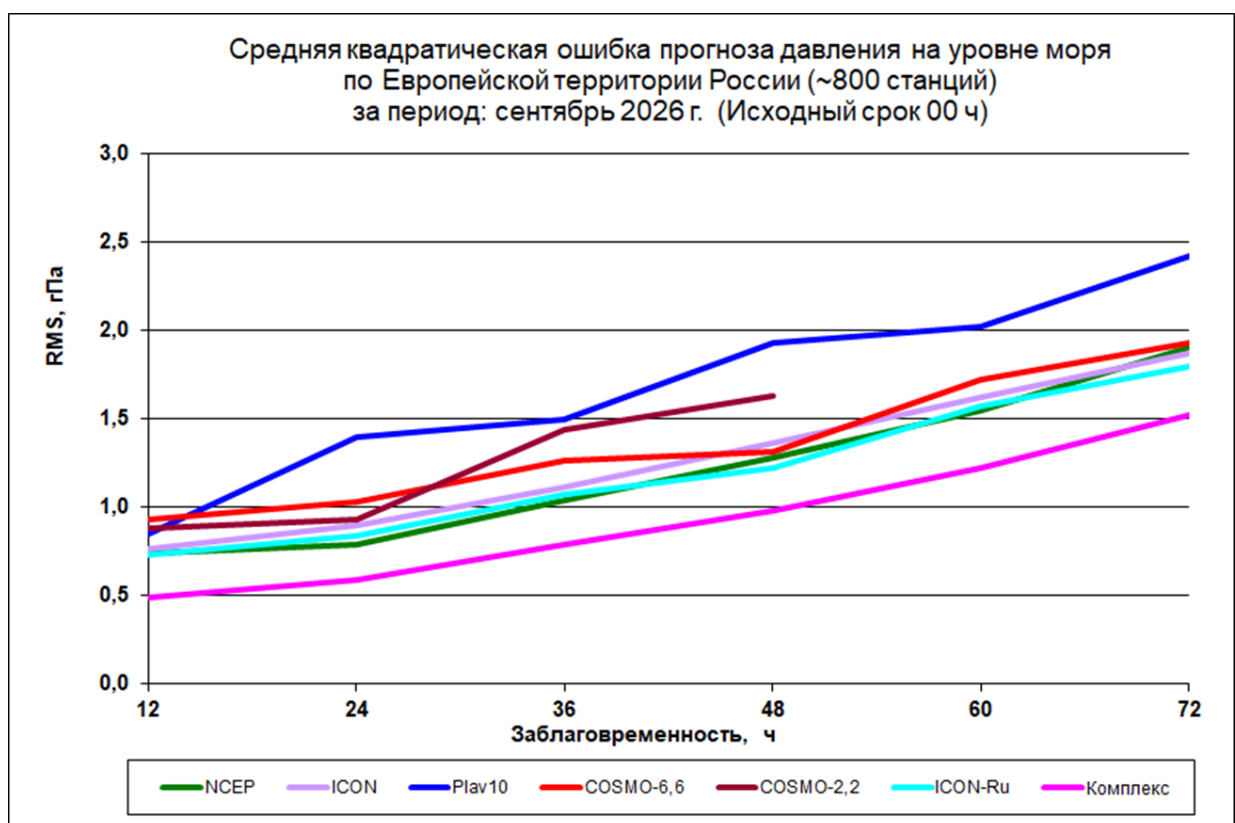
- ICON-Ru – глобальная негидростатическая модель с шагом сетки $\sim 6,5$ км по Северному полушарию (Консорциум COSMO, ФГБУ «Гидрометцентр России»).

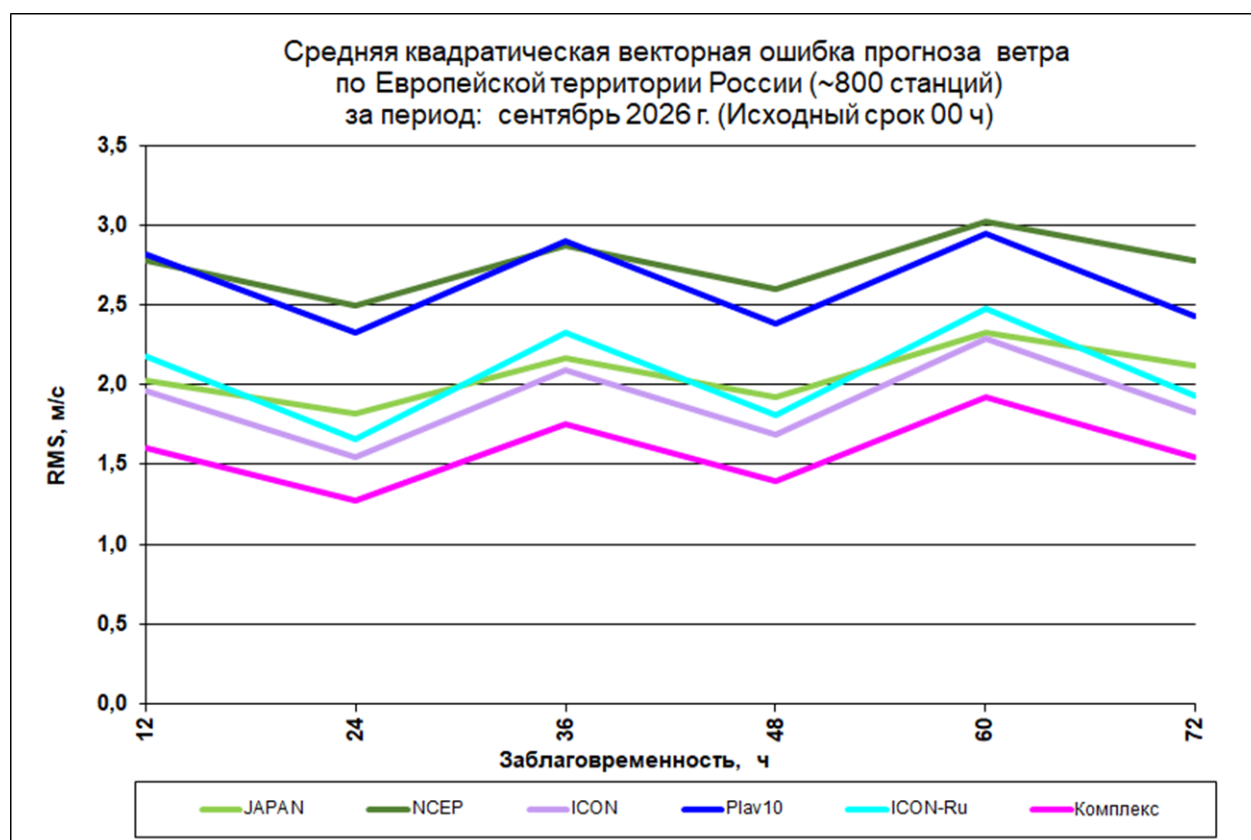
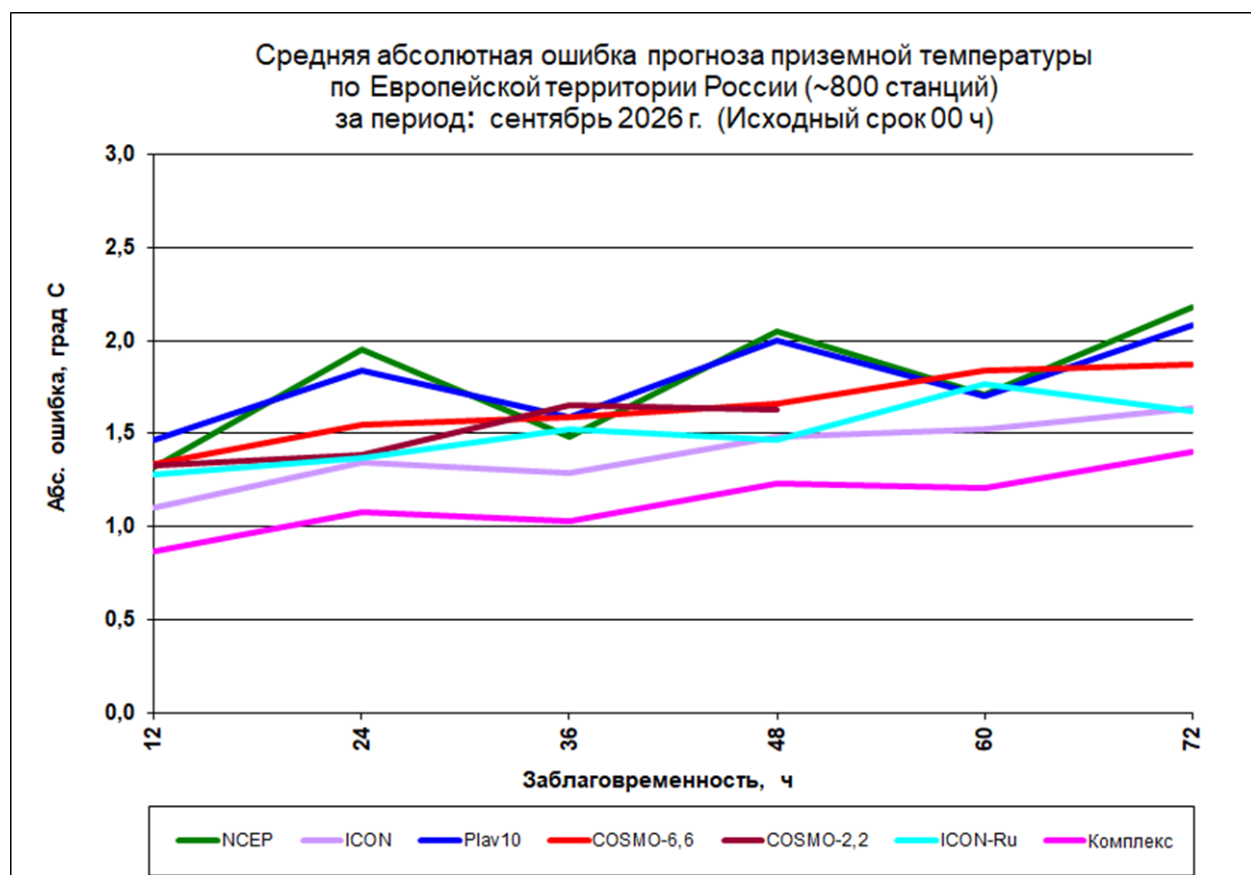
Мезометеорологические модели:

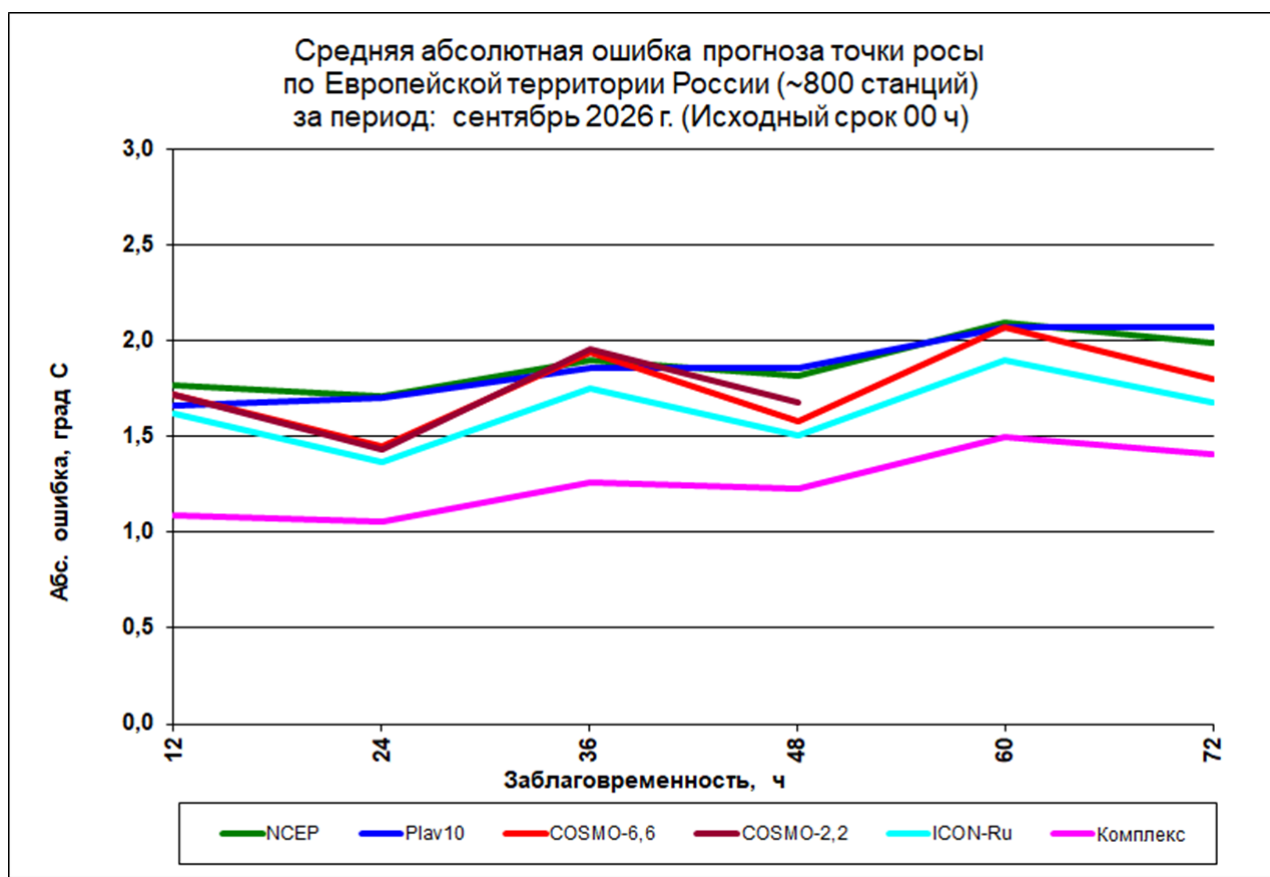
- COSMO-6,6 и COSMO-2,2 – негидростатические мезомасштабные модели с шагом сетки 6,6 км и 2,2 км (Консорциум COSMO, ФГБУ «Гидрометцентр России»);

- «Комплекс» - комплексный прогноз приземных метеозадаваемых 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: сентябрь 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	80	61	0	-0,1	1,1	6543
NCEP	78	80	67	70	85	69	62	1,5	2,0	6543
ICON	88	95	81	79	82	59	12	-0,1	1,1	6543
JAPAN	86	95	79	76	75	55	19	-0,2	1,2	6543
ECMWF	84	93	83	84	65	37	0	-0,8	1,3	5922
Canada	85	92	81	79	76	59	25	0,0	1,2	6543
PLAV10	81	83	77	76	87	63	0	0,5	1,4	6543
ICON-Ru	88	96	80	79	79	56	6	-0,2	1,1	6543
Complex	86	94	78	75	82	71	44	0,5	1,3	6543
Кол-во случаев по градациям		3573	573	1217	1042	120	16			

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: сентябрь 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	87	93	80	81	81	62	0	0,1	1,0	6243
NCEP	83	89	73	72	82	73	29	1,1	1,7	6243
ICON	87	95	78	76	82	64	0	0,1	1,0	6243
JAPAN	86	93	78	76	74	58	14	0,0	1,1	6243
ECMWF	86	96	79	78	68	44	0	-0,6	1,0	5625
Canada	85	90	81	78	77	61	0	0,3	1,2	6243
PLAV10	85	92	74	72	84	64	14	0,5	1,3	6243
ICON-Ru	87	94	78	75	82	63	0	0,1	1,0	6243
Complex	87	92	78	76	85	70	14	0,5	1,2	6243
Кол-во случаев по градациям		3605	497	1230	822	81	7			

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: сентябрь 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)	$\bar{\delta}$	$ \bar{\delta} $	
UKMO	83	87	81	81	77	49	7	-0,1	1,2	6306
NCEP	77	80	68	69	83	68	64	1,4	2,1	6306
ICON	85	93	78	75	76	47	0	0,0	1,3	6306
JAPAN	83	93	73	75	70	45	0	-0,1	1,4	6306
ECMWF	82	91	81	81	62	29	0	-0,8	1,4	5693
Canada	83	89	80	77	72	46	0	0,0	1,5	6306
PLAV10	80	84	75	74	81	60	0	0,4	1,5	6306
ICON-Ru	85	93	78	74	75	46	7	-0,1	1,3	6306
Complex	83	89	75	72	81	64	0	0,7	1,6	6306
Кол-во случаев по градациям		3469	552	1170	983	117	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 ≥ 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: 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). Сентябрь 2026 г.

			Pred	klt	ETS	
1223	1771	2994	69	1.01	0.30	COSMO-2,2
539	19627	20166				
1762	21398	23160				
1349	2077	3426	76	1.17	0.30	COSMO-6,6
429	18881	19310				
1778	20958	22736				
883	628	1511	49	0.35	0.33	ICON-DWD
929	21080	22009				
1812	21708	23520				
1237	768	2005	69	0.43	0.45	Complex
563	19951	20514				
1800	20719	22519				
1034	864	1898	57	0.48	0.35	ICON-Ru
778	20844	21622				
1812	21708	23520				

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

			Pred	klt	ETS	
27	67	94	30	0.74	0.17	COSMO-2,2
64	23002	23066				
91	23069	23160				
31	101	132	33	1.06	0.16	COSMO-6,6
64	22540	22604				
95	22641	22736				
13	27	40	14	0.28	0.11	ICON-DWD
82	23398	23480				
95	23425	23520				
50	127	177	53	1.35	0.22	Complex
44	22298	22342				
94	22425	22519				
11	23	34	12	0.24	0.09	ICON-Ru
84	23402	23486				
95	23425	23520				

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

			Pred	klt	ETS	
0	1	1	0	0.33	0.00	COSMO-2,2
3	23156	23159				
3	23157	23160				
0	1	1	0	0.25	0.00	COSMO-6,6
4	22731	22735				
4	22732	22736				
0	3	3	0	0.75	0.00	ICON-DWD
4	23513	23517				
4	23516	23520				
1	8	9	25	2.00	0.08	Complex
3	22507	22510				
4	22515	22519				
0	0	0	0	0.00	0.00	ICON-Ru
4	23516	23520				
4	23516	23520				

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
Сентябрь 2026 г.**

СИНОП(КП-68)				ICON-Ru			Комплекс			
				порывы ≥ 12 м/с						
42	135	177		25	20	45	51	45	96	
20	2260	2280	0.20	37	2375	2412	11	2350	2361	0.47
62	2395	2457		62	2395	2457	62	2395	2457	
				порывы ≥ 18 м/с						
9	23	32		0	1	1	8	4	12	
3	2422	2425	0.26	12	2444	2456	4	2441	2445	0.50
12	2445	2457		12	2445	2457	12	2445	2457	
				порывы ≥ 24 м/с						
0	1	1		0	0	0	0	1	1	
1	2455	2456	0.00	1	2456	2457	1	2455	2456	0.00
1	2456	2457		1	2456	2457	1	2456	2457	

Красным цветом выделен критерий ETS

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

СИНОП(КП-68)				ICON-Ru			Комплекс			
				порывы ≥ 12 м/с						
116	262	378		104	117	221	167	127	294	
86	1993	2079	0.20	98	2138	2236	35	2128	2163	0.47
202	2255	2457		202	2255	2457	202	2255	2457	
				порывы ≥ 18 м/с						
10	51	61		1	3	4	14	20	34	
8	2388	2396	0.14	17	2436	2453	4	2419	2423	0.37
18	2439	2457		18	2439	2457	18	2439	2457	
				порывы ≥ 24 м/с						
1	0	1		0	0	0	0	2	2	
0	2456	2456	1.00	1	2456	2457	1	2454	2455	0.00
1	2456	2457		1	2456	2457	1	2456	2457	

Красным цветом выделен критерий ETS