

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

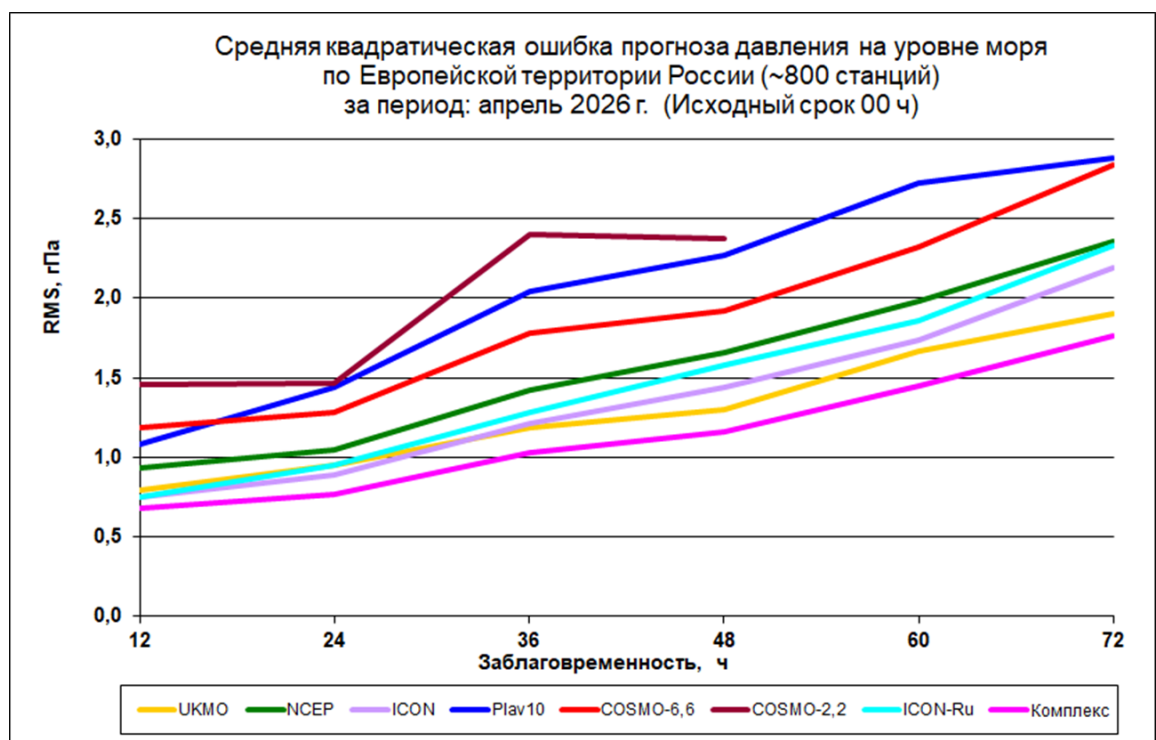
- ICON-Ru – глобальная негидростатическая модель с шагом сетки $\sim 6,5$ км по Северному полушарию (Консорциум COSMO, ФГБУ «Гидрометцентр России»).

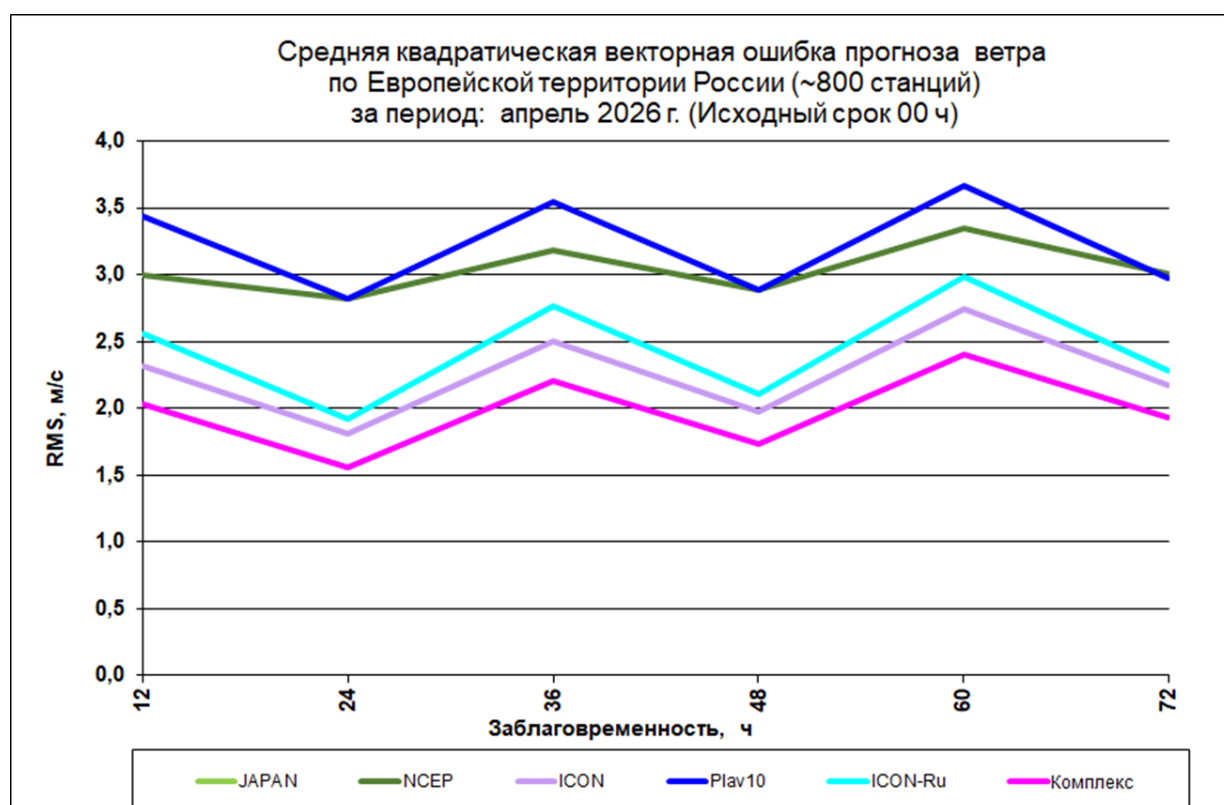
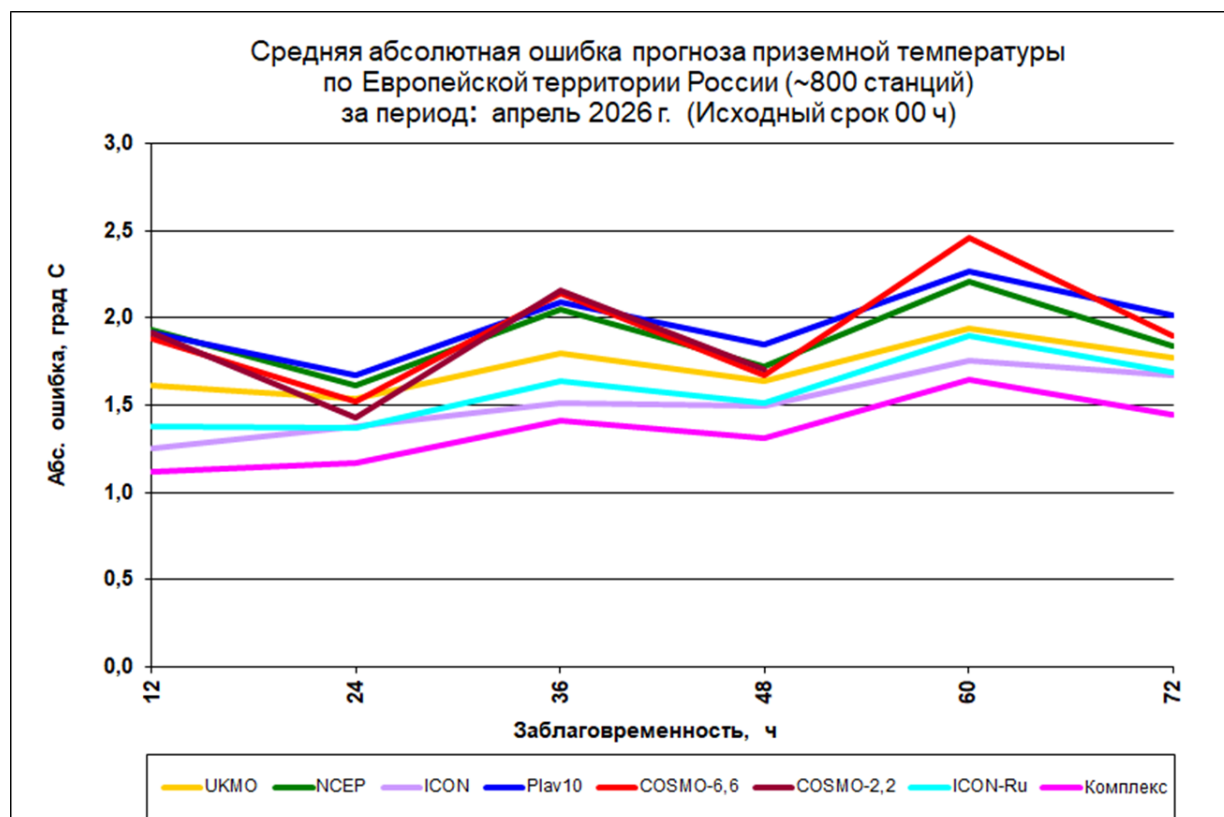
Мезометеорологические модели:

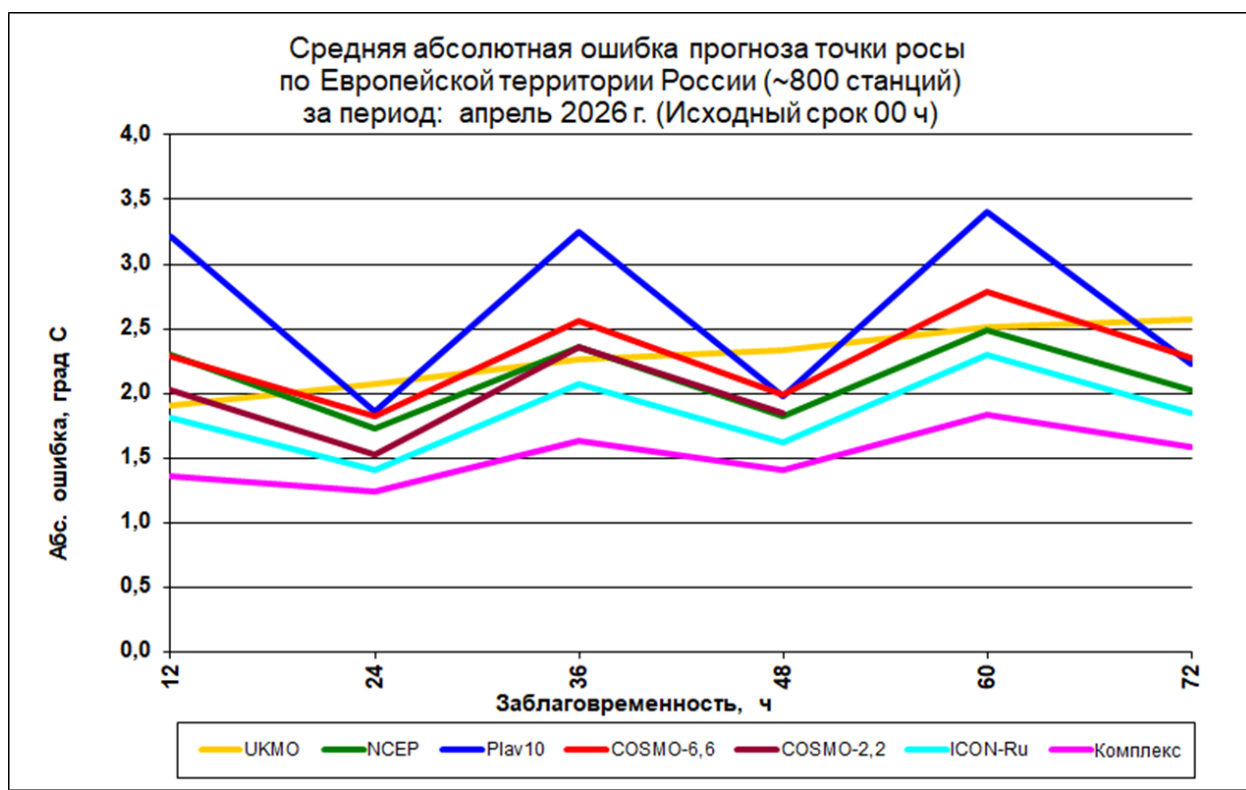
- COSMO-6,6 и COSMO-2,2 – негидростатические мезомасштабные модели с шагом сетки 6,6 км и 2,2 км (Консорциум COSMO, ФГБУ «Гидрометцентр России»);

- «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 (P, %) прогноза количества твердых осадков (мм/12 ч)

Прогноз количества осадков (мм/12 ч)	P(%) 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 (P), 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 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	88	92	81	83	83	55	0	0,2	0,7	6374
NCEP	75	76	67	67	90	74	100	1,6	1,8	6156
ICON	89	93	84	84	84	68	0	0,2	0,7	6374
ECMWF	88	94	84	88	63	42	0	-0,4	0,7	6156
Canada	86	93	81	78	78	59	0	0,2	0,9	6374
PLAV10	75	73	70	73	91	72	0	1,0	1,3	6374
COSMO-6,6	76	87	67	60	69	67	100	3,0	3,2	6374
COSMO-2,2	75	86	62	59	67	72	100	2,8	3,1	6374
ICON-Ru	89	94	84	84	83	68	0	0,1	0,6	6374
Complex	89	94	84	82	85	71	0	0,3	0,7	6374
Кол-во случаев по градациям		3426	749	1443	715	37	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: апрель 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	89	94	81	81	79	53	0	0,1	0,6	6329
NCEP	84	88	78	73	86	62	0	0,7	1,0	6114
ICON	89	95	83	82	73	53	0	0,0	0,5	6329
ECMWF	88	96	81	81	54	33	0	-0,3	0,5	5908
Canada	88	93	81	80	78	50	0	0,1	0,6	6329
PLAV10	87	91	80	78	84	50	0	0,3	0,7	6329
COSMO-6,6	57	63	45	45	55	72	0	6,8	6,9	6329
COSMO-2,2	59	65	46	47	56	70	0	6,3	6,4	6329
ICON-Ru	89	95	82	81	74	63	0	0,1	0,6	6329
Complex	90	96	81	82	77	50	0	0,0	0,5	6329
Кол-во случаев по градациям		3859	556	1359	538	15	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: апрель 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	85	91	81	79	76	53	0	0,1	0,8	6365
NCEP	73	75	64	68	87	76	100	1,4	1,7	6153
ICON	85	90	81	82	79	54	0	0,1	0,9	6365
ECMWF	86	93	83	85	59	41	0	-0,4	0,7	6156
Canada	84	91	79	77	73	61	0	0,1	0,9	6365
PLAV10	74	73	70	74	88	62	0	0,9	1,4	6365
COSMO-6,6	46	54	31	33	47	69	100	10,7	10,8	6365
COSMO-2,2	50	58	38	35	51	66	100	9,6	9,7	6365
ICON-Ru	85	90	82	81	77	58	0	0,2	0,9	6365
Complex	87	92	82	81	79	65	0	0,2	0,8	6365
Кол-во случаев по градам		3429	747	1440	708	37	1			

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). Апрель 2026 г.

			Pred	klt	ETS	
3772	2833	6605	80	0.60	0.38	COSM-2,2
971	14812	15783				
4743	17645	22388				
4089	2318	6407	80	0.45	0.44	COSM-6,6
1053	16060	17113				
5142	18378	23520				
3263	1006	4269	63	0.20	0.45	ICON-DWD
1879	17372	19251				
5142	18378	23520				
4173	1521	5694	81	0.30	0.54	Complex
949	15949	16898				
5122	17470	22592				
3600	1538	5138	70	0.30	0.45	ICON-Ru
1542	16840	18382				
5142	18378	23520				

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

			Pred	klt	ETS	
170	524	694	52	1.61	0.19	COSM-2,2
155	21539	21694				
325	22063	22388				
197	387	584	52	1.02	0.25	COSM-6,6
181	22755	22936				
378	23142	23520				
110	134	244	29	0.35	0.21	ICON-DWD
268	23008	23276				
378	23142	23520				
267	392	659	71	1.04	0.34	Complex
109	21824	21933				
376	22216	22592				
127	190	317	34	0.50	0.22	ICON-Ru
251	22952	23203				
378	23142	23520				

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

			Pred	klt	ETS	
1	17	18	7	1.13	0.03	COSM-2,2
14	22356	22370				
15	22373	22388				
9	42	51	47	2.21	0.15	COSM-6,6
10	23459	23469				
19	23501	23520				
1	2	3	5	0.11	0.05	ICON-DWD
18	23499	23517				
19	23501	23520				
9	20	29	47	1.05	0.23	Complex
10	22553	22563				
19	22573	22592				
1	2	3	5	0.11	0.05	ICON-Ru
18	23499	23517				
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 2026 г.**

СИНОП(КП-68)				ICON-Ru				Комплекс			
порывы >=12 м/с											
126	235	361		81	65	146		133	105	238	
38	2079	2117	0.27	83	2249	2332	0.33	31	2209	2240	0.46
164	2314	2478		164	2314	2478		164	2314	2478	
порывы >=18 м/с											
15	81	96		0	3	3		10	13	23	
4	2378	2382	0.15	19	2456	2475	0.00	9	2446	2455	0.31
19	2459	2478		19	2459	2478		19	2459	2478	
порывы >=24 м/с											
2	4	6		0	0	0		1	2	3	
1	2471	2472	0.29	3	2475	2478	0.00	2	2473	2475	0.20
3	2475	2478		3	2475	2478		3	2475	2478	

Красным цветом выделен критерий ETS

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

СИНОП(КП-68)				ICON-Ru				Комплекс			
порывы >=12 м/с											
375	278	653		386	191	577		452	211	663	
151	1674	1825	0.36	140	1761	1901	0.44	74	1741	1815	0.52
526	1952	2478		526	1952	2478		526	1952	2478	
порывы >=18 м/с											
43	132	175		14	21	35		39	59	98	
13	2290	2303	0.22	42	2401	2443	0.18	17	2363	2380	0.33
56	2422	2478		56	2422	2478		56	2422	2478	
порывы >=24 м/с											
3	9	12		1	1	2		2	5	7	
3	2463	2466	0.20	5	2471	2476	0.14	4	2467	2471	0.18
6	2472	2478		6	2472	2478		6	2472	2478	

Красным цветом выделен критерий ETS