

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

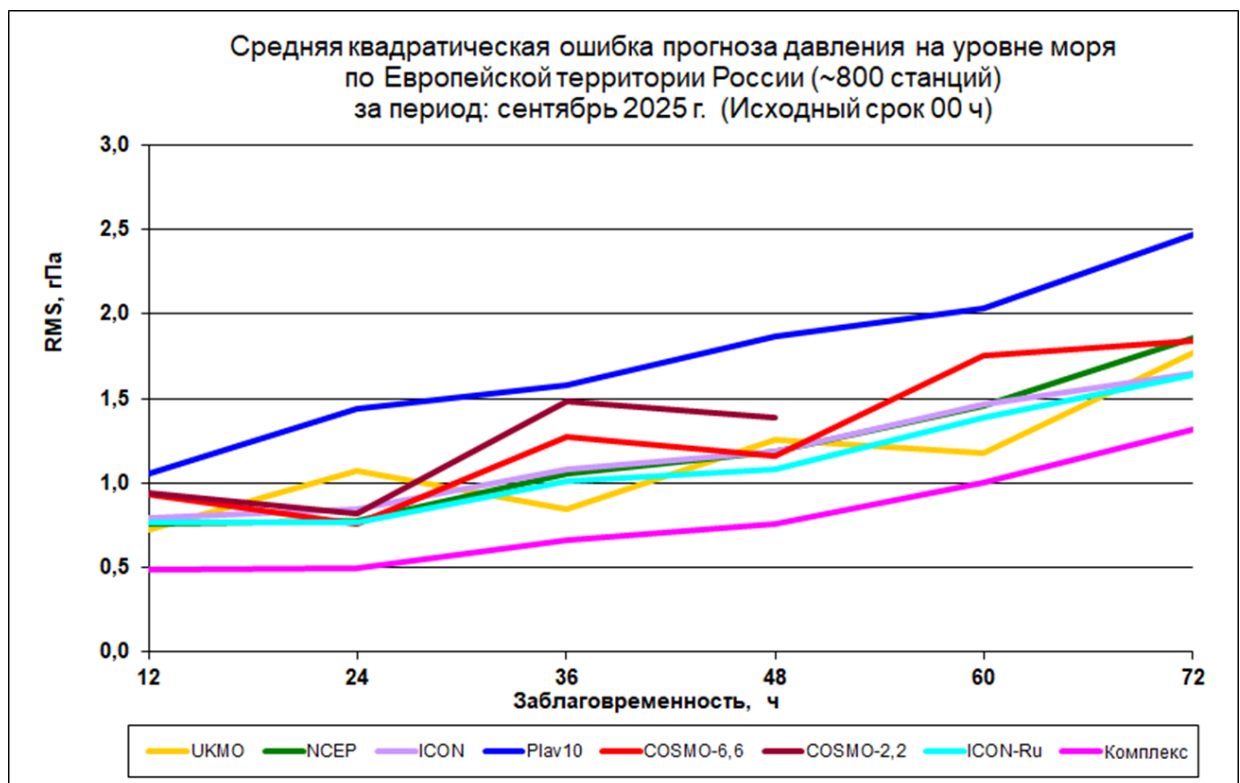
- ICON-Ru – глобальная негидростатическая модель с шагом сетки  $\sim 6,5$  км по Северному полушарию (Консорциум COSMO, ФГБУ «Гидрометцентр России»).

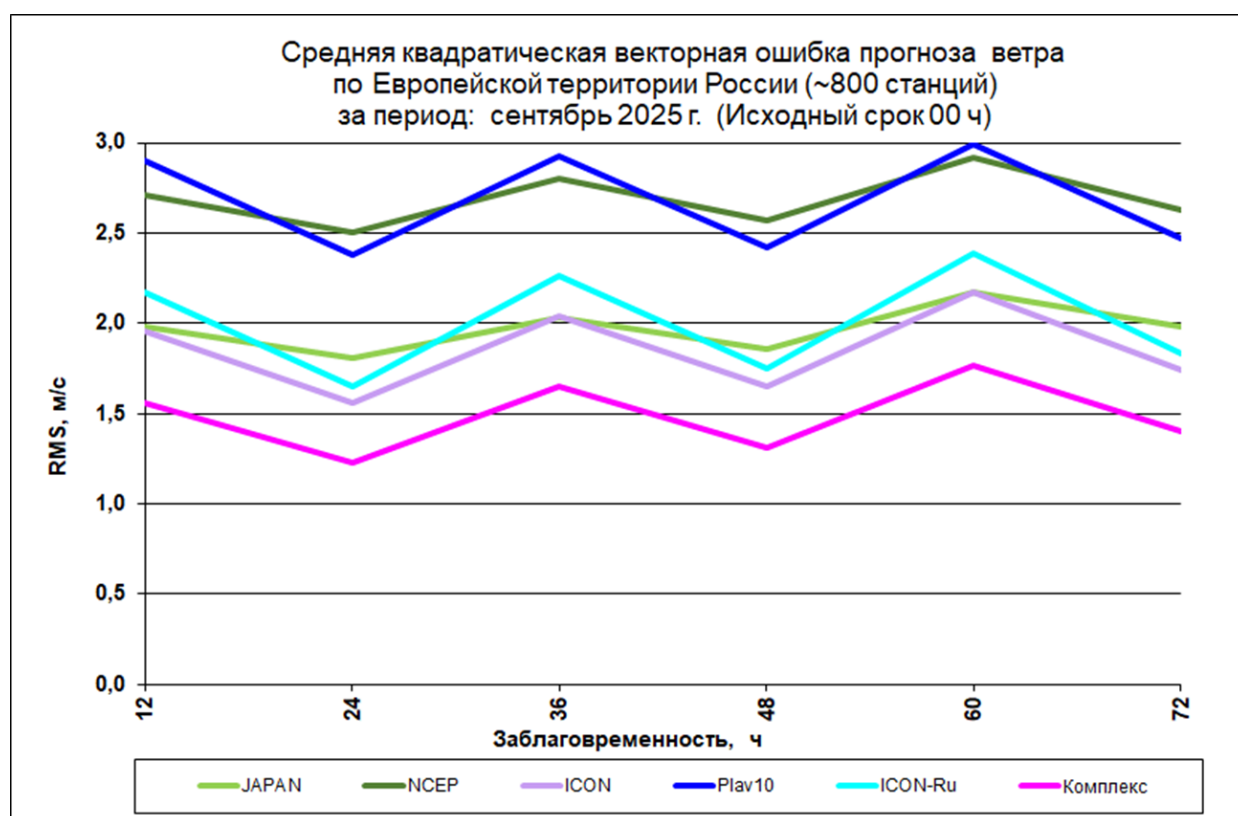
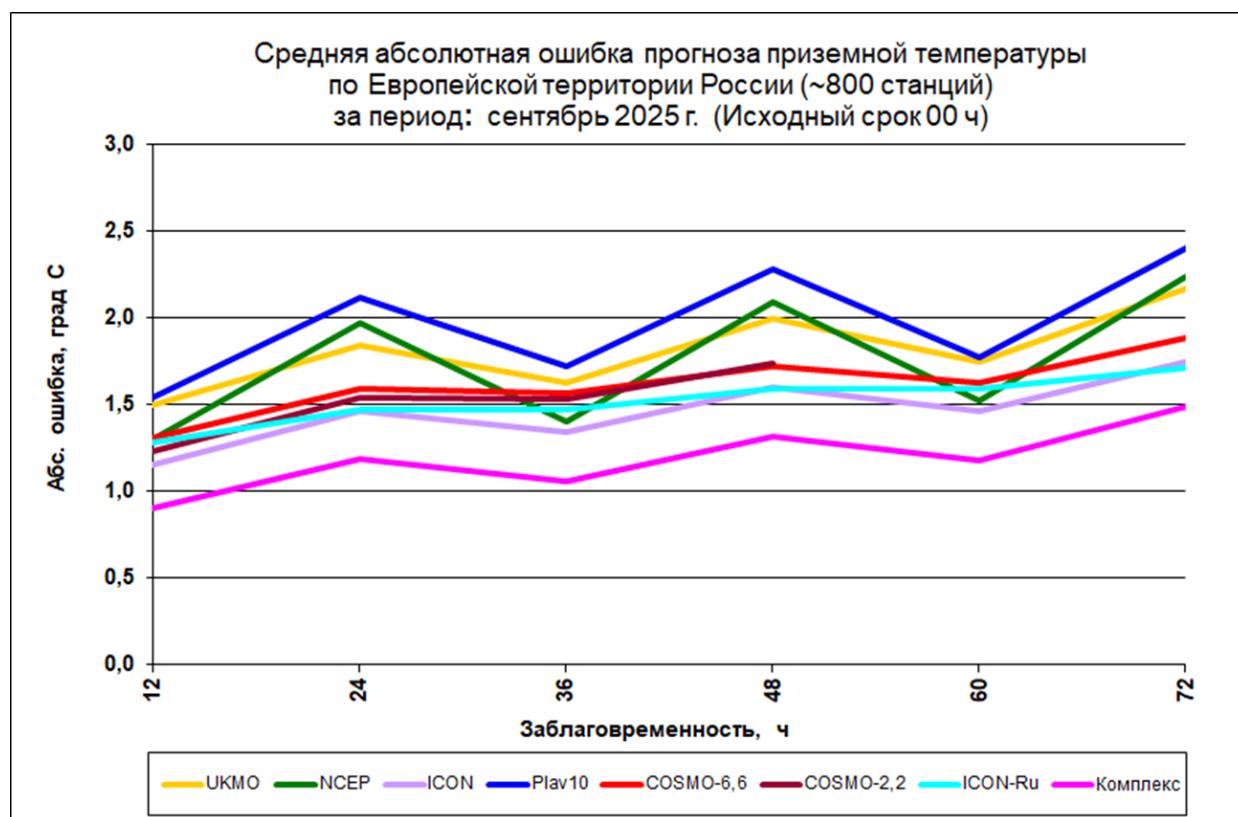
### **Мезометеорологические модели:**

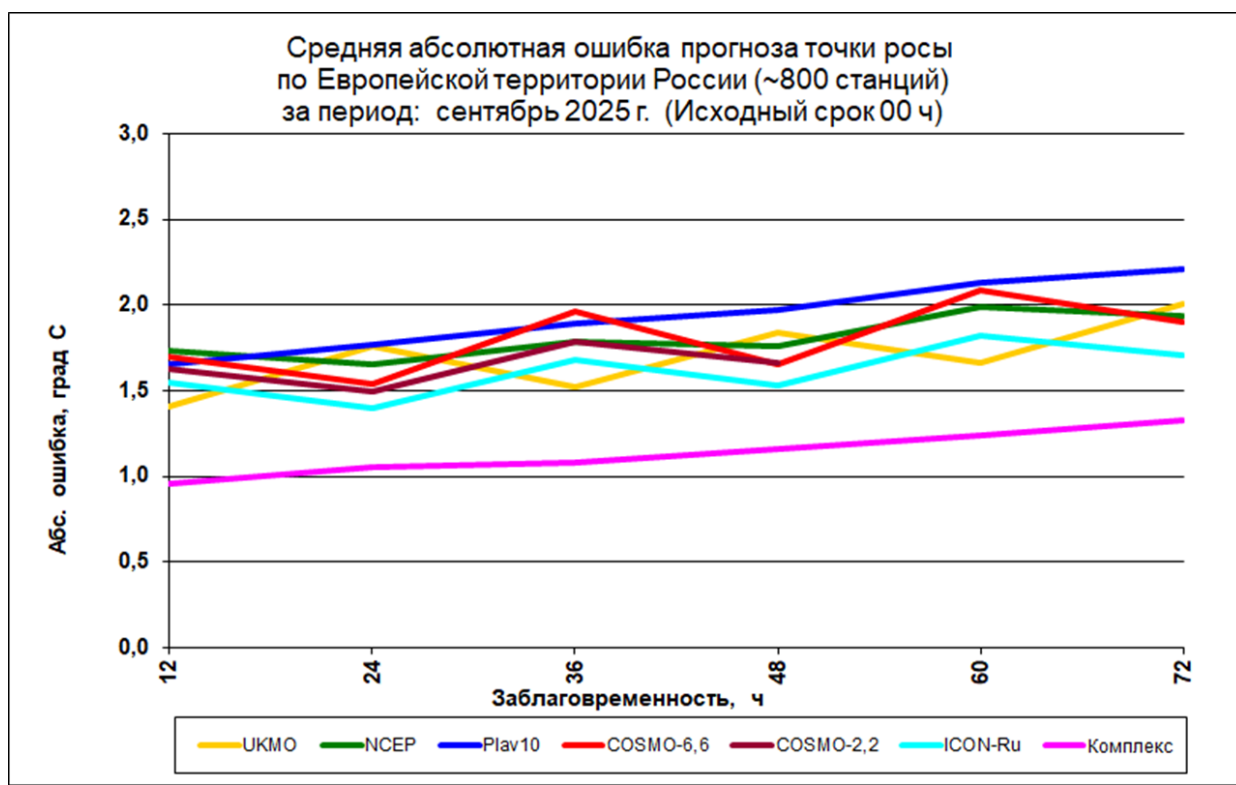
- COSMO-6,6 и COSMO-2,2 – негидростатические мезомасштабные модели с шагом сетки 6,6 км и 2,2 км (Консорциум COSMO, ФГБУ «Гидрометцентр России»);

- «Комплекс» - комплексный прогноз приземных 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  $\geq 30$  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: сентябрь 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	91	94	81	80	84	50	0	0,3	0,6	6352
NCEP	89	92	73	74	84	65	56	0,6	0,8	6352
ICON	93	98	80	79	77	46	11	-0,1	0,4	6352
JAPAN	93	98	78	79	75	59	44	0,0	0,4	6352
Canada	92	96	83	82	72	56	44	0,0	0,5	5929
PLAV10	89	93	76	76	83	61	33	0,2	0,6	6142
COSMO-6,6	91	98	79	74	68	44	25	-0,2	0,5	4026
COSMO-2,2	91	98	75	70	68	41	0	-0,1	0,5	4026
ICON-Ru	93	98	79	78	77	46	11	-0,1	0,4	6352
Complex	93	98	79	76	82	63	11	0,1	0,4	6352
Кол-во случаев по градам		4925	327	674	394	23	9			

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 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	91	95	76	78	76	66	0	0,3	0,6	6331
NCEP	90	94	73	75	79	52	33	0,3	0,6	6331
ICON	93	98	80	79	66	58	0	0,0	0,4	6331
JAPAN	93	97	81	78	71	60	0	0,0	0,4	6331
Canada	91	95	79	78	69	52	0	0,1	0,5	6121
PLAV10	91	95	76	73	72	83	33	0,1	0,5	6121
COSMO-6,6	93	98	78	77	57	61	0	0,0	0,3	4025
COSMO-2,2	92	98	75	74	65	50	0	-0,1	0,5	4006
ICON-Ru	93	98	78	80	68	73	33	0,0	0,4	6331
Complex	94	98	80	80	76	65	0	0,0	0,4	6331
Кол-во случаев по градам		5039	272	737	256	24	3			

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 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	90	93	79	80	82	50	22	0,2	0,6	6349
NCEP	88	92	72	71	87	63	0	0,5	0,8	6349
ICON	92	96	80	76	79	41	0	0,0	0,5	6349
JAPAN	92	97	78	76	71	54	0	-0,1	0,5	6349
Canada	91	95	82	78	73	48	0	0,0	0,6	6139
PLAV10	89	93	74	72	80	50	0	0,2	0,7	6139
COSMO-6,6	92	98	77	73	70	35	0	-0,1	0,4	3806
COSMO-2,2	91	98	72	73	69	43	0	0,0	0,7	4020
ICON-Ru	92	97	80	77	76	39	11	0,0	0,5	6349
Complex	93	97	81	77	81	50	0	0,1	0,5	6349
Кол-во случаев по градам		4948	314	661	394	23	9			

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  $\geq 12$  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;

$Pred=N11/N01$  – предупреденность 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). Сентябрь 2025 г.

			Pred	klt	ETS	
658	1332	1990	62	1.25	0.23	COSMO-2,2
404	12312	12716				
1062	13644	14706				
1034	1483	2517	77	1.11	0.31	COSMO-6,6
303	12076	12379				
1337	13559	14896				
775	402	1177	43	0.22	0.32	ICON-DWD
1042	21301	22343				
1817	21703	23520				
1185	729	1914	65	0.40	0.43	Complex
625	20420	21045				
1810	21149	22959				
903	671	1574	50	0.37	0.33	ICON-Ru
914	21032	21946				
1817	21703	23520				

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

			Pred	klt	ETS	
24	44	68	44	0.80	0.24	COSMO-2,2
31	14607	14638				
55	14651	14706				
65	92	157	64	0.91	0.33	COSMO-6,6
36	14703	14739				
101	14795	14896				
41	47	88	35	0.41	0.25	ICON-DWD
75	23357	23432				
116	23404	23520				
73	107	180	63	0.93	0.33	Complex
42	22737	22779				
115	22844	22959				
49	52	101	42	0.45	0.29	ICON-Ru
67	23352	23419				
116	23404	23520				

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

			Pred	klt	ETS	
1	3	4	25	0.75	0.14	COSMO-2,2
3	14699	14702				
4	14702	14706				
4	7	11	44	0.78	0.25	COSMO-6,6
5	14880	14885				
9	14887	14896				
4	5	9	44	0.56	0.29	ICON-DWD
5	23506	23511				
9	23511	23520				
6	22	28	75	2.75	0.20	Complex
2	22929	22931				
8	22951	22959				
4	2	6	44	0.22	0.36	ICON-Ru
5	23509	23514				
9	23511	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  
Сентябрь 2025 г.**

СИНОП(КП-68)				ICON-Ru				Комплекс			
				<i>порывы &gt;=12 м/с</i>							
31	152	183		15	18	33		30	26	56	
20	2243	2263	0.14	36	2377	2413	0.22	21	2369	2390	0.38
51	2395	2446		51	2395	2446		51	2395	2446	
				<i>порывы &gt;=18 м/с</i>							
1	30	31		0	3	3		2	3	5	
2	2413	2415	0.03	3	2440	2443	0.00	1	2440	2441	0.33
3	2443	2446		3	2443	2446		3	2443	2446	
				<i>порывы &gt;=24 м/с</i>							
0	0	0		0	0	0		0	0	0	
0	2446	2446	NaN	0	2446	2446	NaN	0	2446	2446	NaN
0	2446	2446		0	2446	2446		0	2446	2446	

Красным цветом выделен критерий ETS

**Россия (83 адм. центр). Оценка прогнозов порывов ветра на ~36 ч  
Сентябрь 2025 г.**

СИНОП(КП-68)				ICON-Ru				Комплекс			
				<i>порывы &gt;=12 м/с</i>							
111	258	369		99	85	184		143	86	229	
84	1993	2077	0.19	96	2166	2262	0.32	52	2165	2217	0.48
195	2251	2446		195	2251	2446		195	2251	2446	
				<i>порывы &gt;=18 м/с</i>							
8	43	51		2	7	9		8	9	17	
2	2393	2395	0.15	8	2429	2437	0.12	2	2427	2429	0.42
10	2436	2446		10	2436	2446		10	2436	2446	
				<i>порывы &gt;=24 м/с</i>							
0	0	0		0	0	0		0	2	2	
0	2446	2446	NaN	0	2446	2446	NaN	0	2444	2444	0.00
0	2446	2446		0	2446	2446		0	2446	2446	

Красным цветом выделен критерий ETS